

「智慧化居住空間應用人工智慧物聯網
科技計畫協同研究計畫」遴用協同研究
人員第 2 案

應用智慧建築及內政大數據
預測建築物停車需求之研究
資料蒐集分析報告

內政部建築研究所協同研究報告

(113 年度) 中華民國 113 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)

計畫編號：11363B0009

「智慧化居住空間應用人工智慧物聯網科技計畫協同研究計畫」遴用協同研究人員
第2案

應用智慧建築及內政大數據預測
建築物停車需求之研究

資料蒐集分析報告

計畫主持人：陳興隆

協同主持人：白仁德

研究員：張怡文、林谷陶、李承翰、鄭宗記

研究助理：邱奕瑄、郭以潔

研究期程：中華民國113年4月至113年10月

研究經費：新臺幣84萬9,700元整

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國113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

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起	1
第二節 研究問題說明	4
第三節 研究範圍	6
第四節 研究方法及流程	9
第二章 蒐集國內智慧建築案例資料建立建築物停車需求預測模型	13
第一節 文獻回顧	13
第二節 蒐集國內智慧建築案例資料	28
第三節 建立建築物停車需求預測模型	40
第四節 小結	72
第三章 應用建築物停車需求預測模型進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析	75
第一節 文獻回顧	75
第二節 停車需求問卷調查	80
第三節 建築物自行增設停車位數量優化決策模擬分析	91
第四節 模擬分析將閒置停車位數量即時聯網開放加值應用之效益	105
第四章 內政部黑客松競賽	109
第五章 結論與建議	123
第一節 結論	123
第二節 建議	127

附錄一 社會住宅附設停車場使用評估及停車需求問卷129

附錄二 身心障礙者權益保障法相關規定條文摘錄133

附錄三 身心障礙者專用停車位設置管理辦法摘錄135

附錄四 建築技術規則建築設計施工編第十章無障礙建築物相關規定條文137

附錄五 議約回應表139

附錄六 2024 內政黑客松產品或解決業務痛點構想書.....141

附錄七 期中審查簡報147

附錄八 期中審查意見回應表167

附錄九 參與黑客松競賽簡報171

附錄十 第一次專家座談會會議紀錄179

附錄十一 第二次專家座談會會議紀錄185

附錄十二 期末審查簡報189

附錄十三 期末審查意見回應表221

參考書目.....225

表次

表 1-1 各行政區選定智慧建築案例數量	7
表 1-2 六都小客車與汽車登記數.....	8
表 1-3 工作進度時程表.....	12
表 2-1 本研究停車服務水準.....	19
表 2-2 內政部主管法規建築技術規則建築設計施工編第 59 條.....	24
表 2-3 臺北市土地使用分區管制自治條例第 86 條之 1.....	26
表 2-4 智慧建築停車使用率原始資料示意表	28
表 2-5 本研究可取得之自變數.....	32
表 2-6 智慧建物停車使用率.....	41
表 2-7 智慧建築停車需求自變數.....	42
表 2-8 智慧建築停車需求自變數（續表）	43
表 2-9 智慧建築停車場各服務水準.....	48
表 2-10 智慧建築特定時段之停車服務水準佔比.....	51
表 2-11 多元線性迴歸模型共線性檢定.....	58
表 2-12 推估停車使用率之多元線性迴歸模型結果.....	59
表 2-13 多類別羅吉斯迴歸模型成果，單位：樣本數.....	61
表 2-14 K 近鄰演算法模型成果，單位：樣本數.....	65
表 3-1 問卷調查之填答者所在或鄰近之社會住宅統計表.....	83
表 3-2 問卷調查之平時主要使用交通工具統計表.....	84
表 3-3 問卷調查之目前家中擁有汽車數量統計表.....	84
表 3-4 問卷調查之目前於社會住宅擁有之汽車格數量統計表	85
表 3-5 問卷調查之社會住宅及周邊所規劃停車數量是否足夠統計表	85
表 3-6 問卷調查之未來是否有更多停車需求統計表.....	86
表 3-7 問卷調查之於尖峰時段找尋停車位所花的時間統計表	86

表 3-8 社會住宅周邊交通條件之同意程度統計表.....	87
表 3-9 對於社會住宅停車政策之同意程度統計表.....	89
表 3-10 社會住宅及周邊停車位設置之整體滿意度.....	90
表 3-11 法定停車位與自設停車位之數量.....	93
表 3-12 平均停車率與法定平均停車率之比較.....	93
表 3-13 服務水準之比較.....	93
表 3-14 CASE21 模型在不同樣本間的錯誤分類情況.....	96
表 3-15 CASE21 計算機率之方式.....	97
表 3-16 CASE13 模型在不同樣本間的錯誤分類情況.....	101
表 3-17 CASE13 計算機率之方式.....	103
表 4-1 建築技術規則施工設計編第 167-6 條建築物無障礙停車位規範表	111
表 4-2 內政部主管建築技術規則施工設計編第 59 條之建物用途分類表.....	113
表 4-3 建築物停車場使用率統計表	114

圖次

圖 1-1 歷年核發智慧建築標章及候選智慧建築證書統計圖	1
圖 1-2 研究流程圖.....	11
圖 2-1 ARCGIS 套疊分析.....	29
圖 2-2 平日晨峰、午峰、昏峰之平均停車使用率比較圖.....	45
圖 2-3 平均使用率與平（假）日之平均使用率比較圖.....	46
圖 2-4 智慧建築各服務水準佔比圖	49
圖 2-5 CASE2 2023 每小時停車使用率折線圖	52
圖 2-6 CASE6 2023 每小時停車使用率折線圖	53
圖 2-7 CASE10 2023 每小時停車使用率折線圖	53
圖 2-8 CASE8 2023 使用率折線圖	54
圖 2-9 CASE12 2023 使用率折線圖	55
圖 2-10 CASE22 2023 使用率折線圖	56
圖 2-11 CASE28 2023 使用率折線圖	56
圖 2-12 K 值參數選擇.....	65
圖 2-13 電能小客車之登記數量.....	69
圖 2-14 電動汽車進口值.....	69
圖 3-1 CASE21 服務水準 H 級之分布.....	94
圖 3-2 CASE21 平日與假日服務水準 H 級之分布.....	95
圖 3-3 CASE21 KNN 模型的預測結果.....	96
圖 3-4 CASE13 服務水準 H 級之分布.....	98
圖 3-5 CASE13 服務水準 H 級在假日之分布.....	99
圖 3-6 CASE13 服務水準 H 級在平日之分布.....	99
圖 3-7 CASE13 平日與假日服務水準 H 級之分布.....	100
圖 3-8 CASE13 KNN 模型的預測結果.....	101

圖 4-1 內政黑客松提案主要架構圖	110
圖 4-2 民國 113 年 5 月每日使用率變化折線圖	115
圖 4-3 各類型建築物停車場無障礙停車位之使用率折線圖	116
圖 4-4 各行政區停車場無障礙停車位之使用率折線圖	117
圖 4-5 中山區無障礙停車使用率折線圖	118
圖 4-6 大安區、中正區無障礙停車使用率折線圖.....	119
圖 4-7 無障礙停車使用率尖峰與離峰散佈圖	120
圖 4-8 隨機森林無障礙停車使用率預測模型	121

摘要

關鍵詞：智慧建築、機器學習、停車需求分析、大數據分析、人工智慧

一、研究緣起

隨著全球電腦資訊技術與自動化系統的迅速發展，智慧建築的概念應運而生。智慧建築起源於國外，最初旨在利用先進的自動化技術實現建築設備的自動控制與管理。我國自 1985 年開始引進相關技術，經過數年的研究發展，逐步建立具有我國特色的智慧建築系統，並在技術應用、政策推動及市場需求等方面呈現蓬勃發展的趨勢。

根據內政部建築研究所截至 2023 年 6 月底的統計數據，經審核通過的智慧建築案件共計 1196 件，其中包括智慧建築標章 280 件以及候選智慧建築證書 916 件，顯示出智慧建築在我國的快速發展。智慧建築技術的普及不僅有助於提升建築的能源效率、環境保護與使用者的生活品質，也在解決現代都市問題方面展現出高度潛力。

因應我國經濟的迅速增長及都市化進程的加速，小汽車數量不斷增加，城市停車空間不足成為一項亟待解決的問題（賀士熙，2013）。停車需求的準確預測與停車空間的優化配置，成為智慧建築發展中的重要議題之一。因此，停車使用率資料進一步顯示其高社會經濟價值，對於緩解都市停車難題具有重要的實際意義，可以提供有價值的應用參考。

為提高智慧建築資料再利用之經濟及社會價值，本研究案應用內政部大數據資料，結合智慧建築的實際數據，建立一個可預測建築物停車需求的模型。透過蒐集國內智慧建築案例資料進行案例模擬分析，進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析，最後提出本所內政大數據競賽提案小論文（改為參與內政部黑客松競賽），進一步推動智慧建築與智慧停車解決方案在實際應用

中的落地與推廣。

二、研究方法及過程

本研究方法主要透過統計分析與機器學習技術，推估智慧建築附設停車位的使用率與服務水準，並進行停車需求的優化配置與模擬分析。將依據統計模型和機器學習演算法，搭配專家座談的方式，深入探討停車需求與服務水準之間的關聯性，並提供實務應用的政策建議。

（一）統計分析法

透過敘述性統計分析法，對智慧建築附設停車空間資料進行初步處理。將數據資料進行歸納與清洗，針對各項變數進行描述性統計分析。透過計算數據的分佈、均值、中位數、標準差等基本統計量（Hogg & Tanis, 2015），研究將初步了解停車需求的分佈情形，為後續計量模型分析和機器學習模型建構提供依據。

（二）多元線性迴歸模型、多類別羅吉斯迴歸模型

利用 R 語言進行多元線性迴歸分析（Multiple regression analysis），建構模型以停車需求的影響因素（如建築用途、使用者行為模式、周邊停車設施等）作為自變數，停車使用率作為應變數。分析將有助於了解各變數對停車需求的影響因素及各變數對停車需求的影響程度（Montgomery, Peck, & Vining, 2012）；此外，為進一步探討停車服務水準的分類預測，將建構多類別羅吉斯迴歸模型。使用影響停車需求的變數作為自變數，並將停車服務水準分為不同類別作為應變數，分析自變數與應變數之間的非線性關係（Hosmer, Lemeshow, & Sturdivant, 2013），以釐清停車空間需求與服

務水準間的分類結果，並進行更精確的推估。

（三）機器學習

為提升預測的準確性，將應用 K 近鄰演算法（K-Nearest Neighbor，簡稱 KNN），使用 R 語言進行模型構建。KNN 模型主要依據新數據與訓練數據之間的距離進行分類或回歸預測，透過選取距離最近的 K 個鄰居進行判斷（Cover & Hart, 1967），為機器學習中監督式學習的一種，自變數為影響停車需求的因素，應變數為停車服務水準，以進行停車服務水準的推估。本研究將使用 KNN 演算法推估智慧建築附設停車使用率的服務水準，並分析不同條件下的預測結果。由於 KNN 屬於非參數模型，適合進行較複雜的模式分類與預測，且易於與其他方法結合使用（Duda, Hart, & Stork, 2001），能為智慧建築停車需求分析提供更靈活的應用工具。

（四）專家座談

探討應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究，本團隊於 113 年 9 月 13 日（星期五）及 113 年 10 月 4 日（星期五）舉辦兩次專家座談會，邀請統計學、大數據應用及智慧建築領域的專家進行座談，討論模型分析結果與案例模擬結果。專家座談針對分析結果、案例模擬自設停車位分析結果、資料隱私權之可行性做討論。此外，專家也提供相關政策建議，協助研究成果應用於實際規劃與政策制定（附錄四、附錄五）。

三、重要發現

- （一）本研究建構之多元線性迴歸模型顯示，多數自變數對智慧建築附設停車空間使用率具有顯著影響，且殘差檢定結果符合線性迴歸模型假設，其中以土地使用、鄰近大眾運輸可及性與停車收費費率三個自變數為影響停車需求之關鍵因素。

- (二) 研究結果顯示，K 近鄰演算法在處理複雜的停車服務水準預測上具有顯著優勢，準確率達到百分之九十，有效預測新建建築物之停車需求，並據以精準規劃停車空間，給予新建建物推估自行增設停車位之參考。
- (三) 社會住宅優化實證分析顯示 Case21 停車需求高峰時段為平日白天，Case13 需求高峰時段為假日白天，這些時段除了住戶本身之停車需求，亦有周邊之停車需求產生，導致法定停車位不足之情形，若除去上述時段則仍有餘裕提供車位與周邊使用，可減輕建築基地周圍公共停車負擔，同時提高社會住宅自償性之可行性。
- (四) 內政黑客松競賽提案實證結果顯示平日無障礙停車位之使用率大於假日，且無障礙停車位使用之尖峰時段為早上八點至下午五點。若以行政區為單位分析，台北市大安區、中山區、中正區多數無障礙停車位供不應求，若將建築物型態加以分類，學校、公園、廣場等公有建築無障礙停車位有供不應求的情形，捷運站停車場無障礙停車位則是供過於求。

四、主要建議事項

建議一

將機器學習導入建築物停車位管理納入智慧建築評估手冊鼓勵項目：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

本研究運用之K近鄰演算法模型具備成為未來建築停車規劃重要工具之潛力。為進一步驗證模型之通用性，建議擴大樣本數，並將其應用於不同城市及地區。同時，可透過整合更多元之跨域數據，如信令人口資料及即時社經數據，提升模型精準度。未來可持續優化模型，使其更貼近實際需求，像是身心

障礙車位、敬老、親子車位以及電動車位等課題，進行全面分析，結合法令與建成環境做通盤之檢討，此外，若將閒置停車位即時聯網，並開放增值應用，除了能改善交通狀況、提升停車位利用率外，更能為智慧建築物帶來額外的收入來源，進而提高其自償性，同時，應將智慧建築視為智慧城市的重要一環，深入探討其與智慧交通系統、智慧能源管理等基礎設施的整合，並結合環境監測數據，提供更全面的解決方案。

Abstract

Keywords : Smart Buildings, Machine Learning, Parking Demand Analysis, Big Data Analytics, Artificial Intelligence

The development of smart buildings originated from advancements in information technology and automation in foreign countries, applied to building equipment control and facility management. As of June 2023, there were 1,196 smart building cases approved by the Ministry of the Interior, indicating significant growth in the smart building sector.

With rapid economic development and urbanization in Taiwan, increasing car ownership has led to severe urban parking shortages. The value of parking usage data is evident. In 2023, our institute completed a feasibility study on integrating big data from the Ministry of the Interior with smart building data, revealing the high socioeconomic value of parking usage data associated with smart buildings.

To enhance the economic and social value of smart building data, this study aims to predict parking demand using smart building and big data from the Ministry of the Interior. By collecting case data from smart buildings in Taiwan, we will establish a parking demand prediction model and optimize parking space decisions through case simulations. The final results will be presented in a proposal for the Ministry's big data competition.

Research Methods

- (a) Statistical Analysis: Using statistical methods, we clean and summarize data on parking spaces in smart buildings and other related variables. Descriptive statistical analysis is employed to understand data distribution and basic statistics, providing a foundation for subsequent econometric and machine learning models.
- (b) Multiple Linear Regression and Logistic Regression Models: Using R, we construct multiple linear regression models to examine the impact of various factors on parking demand. Additionally, logistic regression models analyze the nonlinear relationships between independent variables and parking service levels, estimating parking demand classifications.

- (c) Machine Learning: We utilize R to build K-Nearest Neighbor (KNN) models, a type of supervised learning, to estimate parking service levels using data on parking usage in smart buildings. KNN is advantageous due to its simplicity, broad applicability, and ease of integration with other methods.
- (d) Expert Discussions: We convene experts in statistics and data analysis to discuss results, policy recommendations, and data privacy feasibility concerning the application of smart building and big data in predicting parking demand.

Preliminary Findings and Recommendations

- (a) High Parking Usage in Social Housing, Low in Schools and Hospitals: Statistical analysis shows significant imbalances in parking supply and demand in smart buildings. Social housing experiences high usage, while schools and hospitals have low usage during nights and holidays. Commercial areas exhibit high daytime and low nighttime usage, indicating that parking demand is closely related to building function, location, and nearby public transport.
- (b) Significant Factors Affecting Parking Usage: Empirical analysis reveals that weather, parking fees, neighboring building use, public transport convenience, and population density significantly impact parking usage.
- (c) High Accuracy of Machine Learning Models: The KNN model accurately estimates parking service levels with a 92% success rate, meeting expected targets. Given data on neighboring building use, weather, public transport, and population density, the model can effectively predict parking service levels for new buildings.
- (d) Standardization of Parking Usage Data: The study suggests that future government platforms for real-time parking information should standardize data conversion processes, as all data must be numerical for effective modeling.

Major Outcomes

- (a) The multiple linear regression model constructed in this study shows that most of the independent variables have a significant impact on the utilization rate of parking space attached to smart buildings, and the residual test results are in line with the assumptions of the linear regression model, in which the three independent variables of land use, nearby public transportation accessibility and parking fee rate are the

key factors affecting parking demand.

- (b) The research results show that the K-nearest neighbor algorithm has a significant advantage in dealing with complex parking service level prediction, with an accuracy rate of 90%, which can effectively predict the parking demand of new buildings, accurately plan the parking space, and provide a reference for new buildings to estimate the additional parking spaces on their own.
- (c) The analysis of social housing optimization shows that Xiaowan Social Housing experiences peak parking demand on weekdays, while Jiankang Second District peaks on weekends. During these times, parking demand from both residents and surrounding areas exceeds the available legal spaces. Outside of these peak periods, sufficient parking is available, reducing the strain on public parking and improving the potential for social housing to be self-sustaining.
- (d) The research results of the Hackathon competition show that barrier-free parking spaces are used more on weekdays, with peak hours from 8 a.m. to 5 p.m. In Taipei's Da'an, Zhongshan, and Zhongzheng Districts, these spaces are in short supply, especially at public buildings like schools, parks, and squares. However, MRT station parking lots have an oversupply of barrier-free spaces.

Main Recommendations

Recommendation 1

Promote machine learning algorithms to improve the accuracy of parking predictions in smart buildings and open up value-added applications: immediate actionable suggestions

Organizer: Institute of Architecture, Ministry of the Interior

Co-organizers: None

The K-nearest neighbor algorithm in this study shows potential as a key tool for future parking planning. To validate its generality, it is suggested to expand the sample size and apply it to different cities. Integrating diverse data, such as real-time social and economic information, can further enhance model accuracy. Connecting idle parking spaces in real time and enabling value-added applications could not only improve traffic

and parking utilization but also generate extra income for smart buildings, boosting self-sustainability. Additionally, smart buildings should be integrated with smart city systems like transportation, energy management, and environmental monitoring for comprehensive solutions.

第一章 緒論

第一節 研究緣起

智慧建築的發展與應用，源自於全球資訊科技與自動化技術的快速進步。隨著科技技術在建築物中的廣泛應用，建築物的管理效率顯著提升，並能透過自動化系統控制建築內的各種設施與設備。智慧建築的概念最早由國外提出，並逐漸在各國建築產業中普及。我國自 1985 年起，引進智慧建築技術，並在此基礎上不斷改進，逐步發展出符合國內需求與環境的智慧建築系統。截至 2023 年 6 月底，全國已通過審核的智慧建築案件數量達到 1196 件，顯示智慧建築在我國的持續成長以及在推動都市智慧建築的重要性。

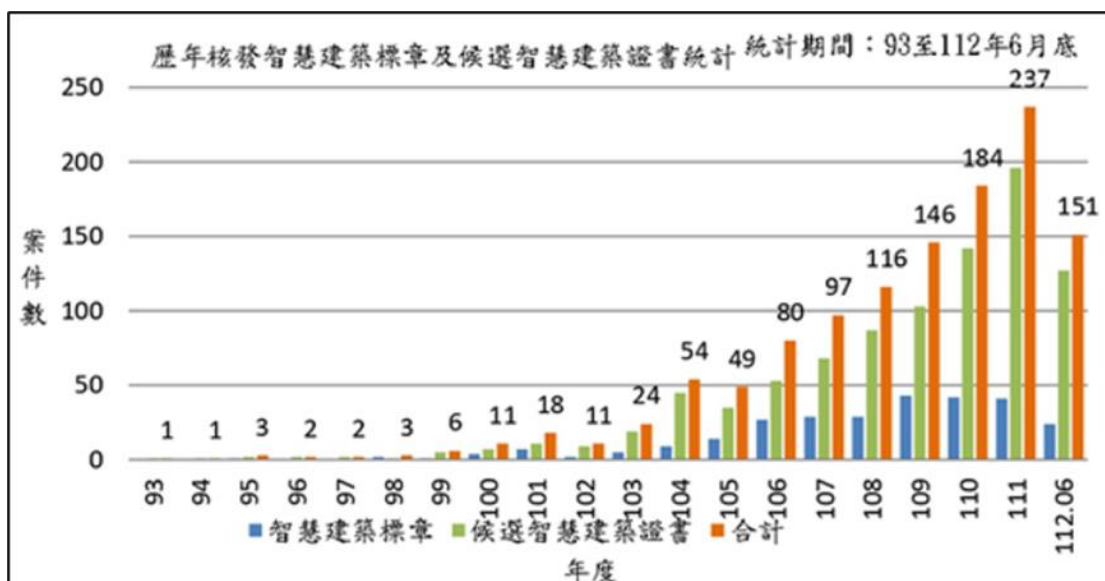


圖 1-1 歷年核發智慧建築標章及候選智慧建築證書統計圖

（資料來源：內政部建築研究所，2023）

智慧建築的評估標準是發展的重要基礎之一。根據內政部 2024 年版的《智慧建築評估手冊》，智慧建築的評估指標可大致分為六個類別，分別是基礎設施、維運管理、安全防災、節能管理、健康舒適以及智慧創新。指標的設立不僅反映出智慧建築在技術上的多樣化應用，同時強調建築物在日常數據管理中提升整體的效率。以基礎設施指標為例，停車管理系統應當作為智慧化的一

環；安全防災指標提及於智慧建築附設停車空間增設車牌號碼自動識別功能、車位感應導引系統、安全監控監視系統等停車管理系統；維運管理指標則提到智慧建築管理平台需具備趨勢圖形且至少包括日、月、年曲線圖，並應產製管理報表，資料設施提供儲存及後續維運管理所需之運算、分析等功能，並考量資料介接與互通，須採用標準資料格式。指標不僅有助於提高建築物的自動化程度，相較一般建築物，智慧建築作為科技產品，更容易取得相關建築物營運之數據，使智慧建築更具功能性與實用性。

智慧建築內部設置的感測器和計數器，透過持續地蒐集建築物內設備運作和使用情形的數據，能夠高效地蒐集大量的資料，為後續的數據分析和運營管理提供關鍵基礎（張怡文，2017）。藉由累積大量及多樣之建築物日常營運資料，將資料開放利用，使閒置之資料透過增值過程產生經濟或社會價值，將可帶動數位經濟產業發展。自 2012 年起，我國政府開始推動政府資料開放，將民生資料優先進行開放使用，讓各界能加以利用。此舉不僅促進了數據的應用和創新，也帶動了數位經濟的發展，進一步強化了智慧建築數據的開放性與應用潛力。自 2014 年開始，辦理資料創新應用競賽，發掘內政大數據的應用潛力（張怡文，2017），這也為智慧建築的數據應用帶來新的可能性。

隨著經濟和都市化進程的加速，小汽車的數量亦逐年增加，導致都市停車空間不足問題日益嚴重。特別是在大都市區域，有限的停車空間無法滿足日益增長的汽車數量需求，使得停車位的供需矛盾成為一個亟待解決的難題。智慧建築系統中的停車使用率資料，成為解決這一問題的重要依據。本所亦於 2023 年完成內政大數據整合智慧建築資料應用之可行性研究，從中了解智慧建築附設停車使用率資料擁有高社會經濟價值，資料龐大且具實用性。

智慧建築之數量年年攀升，基於智慧建築擁有大量、多樣、即時更新之感測資料可供增值應用建築的普及，並具備優良之物聯網環境，故為提高智慧建築資料再利用之經濟及社會價值，結合前述建築物停車使用率資料之可應用

性，本研究透過實際案例分析，探討居住或通勤之停車位供需問題，瞭解依據內政部職掌之建築法規及都市計畫有關建築物附設停車位數量規規定設置之停車使用率實際情形，並應用機器學習技術整合分析內政大數據及智慧建築資料，建立建築物停車使用率預測、分類模型。隨著研究的深入和資料量的增加，預測模型將能更準確地反映出不同類型建築物的停車需求，並對停車空間配置提出合理化建議，將使模型更能適用於各類建築物停車需求之預測，提供建築物規劃設計等實務界參考。

第二節 研究問題說明

智慧建築資料的開放與共享，是當今國際發展趨勢的一部分，尤其智慧建築產生的停車使用率資料，具有極高的經濟與社會價值。隨著智慧建築技術的推廣，智慧建築物中所附設的停車位使用情況，有助於研究內政部所管轄的建築法規及都市計畫中，關於建築物附設停車位數量規定的實際停車空間使用情況。此外，2017 年的智慧建築資料調查也顯示，資料供應端與需求端普遍認同應整合政府計畫資源，推動智慧建築感測資料的共享。透過將這些資料上傳至公共物聯網平台，能夠與其他民生應用有效銜接，促進智慧都市的發展。

在智慧建築領域，若能取得足夠樣本的停車使用率資料，並進行跨部會的資料串接，特別是與交通部、地方政府以及內政大數據的合作，將能建立更為精確的停車需求預測模型。此外，挑選適當社會住宅案例進行決策優化模擬分析，探討利害關係人所受之影響，以及模型對社會之貢獻為何？期許研究結果能完整呈現數據開放與跨部會資料串接增值應用之效益，故研究主題訂為應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究。

本研究計畫將蒐集至少 30 個國內智慧建築案例的停車使用率資料，並涵蓋《建築技術規則建築設計施工編》第 59 條附設停車位規定中的各類建築用途。研究將跨域串接外部數據，並運用機器學習技術來建立停車需求預測模型。此外，為配合淨零建築政策，本研究預計預測電動車停車需求數量。然而，由於目前電動車的相關資料取得困難，且台北市停車管理工程處及嘟嘟房業者皆無相關的統計數據，因此仍將使用現有的資料進行停車需求預測模型的建構。

透過預測模型，本研究將針對至少兩個社會住宅案例進行智慧建築附設停車位數量的優化決策模擬。為確保模型的準確性，將進行專家座談，收集專業意見來修正模型。預期研究成果將作為內政大數據競賽提案小論文（草案），分析利害關係人所受之影響，完成痛點分析，並為未來都市規劃和實務應用提供

具體的政策建議。以下為本案研究工作項目：

- (一) **蒐集國內智慧建築案例資料建立建築物停車需求預測模型：**依據抽樣統計學理，擇一適當區域，蒐集取得智慧建築標章之建築物附設停車位使用資料至少 30 案，且應涵蓋建築技術規則建築設計施工編第 59 條建築物附設停車位規定附表內之各種建築物用途分類，並與交通部或地方政府交通主管相關業務資料進行跨域串接，應用機器學習等人工智慧相關技術及該資料建立建築物停車需求預測模型，並評估模型之準確度等績效，再說明跨部會資料串接增值應用所衍生效益；此外，為配合淨零建築政策，本研究預計預測電動車停車需求數量。然而，由於目前電動車的相關資料取得困難，且台北市停車管理工程處及嘟嘟房業者皆無相關的統計數據，因此仍將使用現有的資料進行停車需求預測模型的建構，並給予電動車需求使用之建議。
- (二) **應用建築物停車需求預測模型，進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析：**挑選至少社會住宅 2 案例進行應用建築物自行增設停車位數量優化決策模擬分析，且其建築物附設停車空間採委外經營提供非住戶使用，預測該案例出現停車位數量需求高於或低於建築法規或都市計畫規定數量之可能時段、數量差距及發生機率等，模擬分析將閒置停車位數量即時聯網開放增值應用之效益，例如：減輕建築基地周圍公共停車負擔、對公共交通可產生社會貢獻或公益性、以及提高社會住宅自償性之可行性等，並據以提出建築物自設停車位數量優化之建議，供內政部興建社會住宅決策參考。
- (三) **提出本所內政大數據競賽提案小論文（草案）：**改為參與內政部黑克松競賽，說明建築物停車位數量需求不確定衍生之問題，影響之利害關係人及產生何種影響？完成競賽之痛點分析，並提出本案成果未來短期、長期應用推廣之建議。

第三節 研究範圍

壹、研究對象

研究的主要對象為已獲得智慧建築標章或候選智慧建築證書的建築物之附設停車空間。透過分析停車空間的使用率與服務水準，提升資料再利用的經濟與社會價值，進而為建築法規及都市計畫中有關停車位數量的規定提供實證支持。這些數據不僅顯示停車空間的實際使用情況，還能夠為未來政策制定提供參考依據，助力於都市交通管理的改善。

在文獻參考與建立模型方面，將綜合國內外相關研究、地區發展特性以及資料限制進行調整，分析智慧建築附設的停車需求，並建立相應的推估模型，評估模型的準確度及其績效，以確保所建構的模型能有效反映實際需求。依據分析結果評估模型之準確度等績效，說明跨部會資料串接增值應用所衍生效益，進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析，以及電動車現況使用進行分析並給予建議。

綜上所述，為達到研究的統計學樣本要求(Gay, 1992)，本研究計畫蒐集至少 30 處智慧建築案例，涵蓋台北市 10 個行政區及多種建築用途，確保資料的全面性與代表性，進而提升研究成果的應用價值。資料來源主要來自台北市政府停車管理工程處，其所提供之資料多為公有建築，如公有社會住宅、公立學校、公立醫院及公立運動中心等，各行政區選取之案例數量詳見下表 1-1。

表 1-1 各行政區選定智慧建築案例數量

行政區	案例數
大同區	1 案
中正區	1 案
大安區	3 案
內湖區	2 案
文山區	4 案
北投區	6 案
松山區	2 案
信義區	5 案
南港區	3 案
萬華區	3 案
總計	30 案

(資料來源：本研究整理)

貳、空間範圍

空間範圍選定為臺北市，依台灣建築中心的資料顯示，臺北市通過智慧建築標章及候選智慧建築證書的案件數量達 691 件，居全國之首，顯示出臺北市智慧建築的發展規模與普及率領先全國。加上內政部 2019 年的統計數據指出，臺北市的汽車使用密度與登記汽車數量均位居全國前列（見表 1-2），顯示停車需求的重要性。為確保研究資料的完整性與可取得性，本研究將範圍限定於臺北市行政轄區內，並透過臺北市政府停車管理工程處獲取智慧建築附設停車位的使用率資料，作為後續停車需求分析的基礎。

表 1-2 六都小客車與汽車登記數

行政區	小客車登記數(輛)	汽車登記數(輛)
新北市	940,543	1,073,381
臺北市	739,567	827,756
桃園市	746,565	852,557
臺中市	997,280	1,155,098
台南市	617,969	727,683
高雄市	799,534	42,840

(資料來源：本研究整理)

參、時間範圍

時間範圍界定為 2023 年，主要原因為該年度未受到新冠疫情之影響，且與本研究時程接近，有助於降低因時間差異導致資料不準確的風險。透過分析全年 365 天、每小時的停車數據，能夠更精確探討智慧建築的實際停車使用情況，為後續的需求分析提供可靠的依據。

第四節 研究方法及流程

壹、研究方法及說明

一、統計分析法

透過敘述性統計分析法，對智慧建築附設停車空間資料進行初步處理。將數據資料進行歸納與清洗，針對各項變數進行描述性統計分析。透過計算數據的分佈、均值、中位數、標準差等基本統計量（Hogg & Tanis, 2015），研究將初步了解停車需求的分佈情形，為後續計量模型分析和機器學習模型建構提供依據。

二、多元線性迴歸模型、多類別羅吉斯迴歸模型

利用 R 語言進行多元線性迴歸分析（Multiple regression analysis），建構模型以停車需求的影響因素（如建築用途、使用者行為模式、周邊停車設施等）作為自變數，停車使用率作為應變數。分析將有助於了解各變數對停車需求的影響因素及各變數對停車需求的影響程度（Montgomery, Peck, & Vining, 2012）；此外，為進一步探討停車服務水準的分類預測，將建構多類別羅吉斯迴歸模型。使用影響停車需求的變數作為自變數，並將停車服務水準分為不同類別作為應變數，分析自變數與應變數之間的非線性關係（Hosmer, Lemeshow, & Sturdivant, 2013），以釐清停車空間需求與服務水準間的分類結果，並進行更精確的推估。

三、機器學習

為提升預測的準確性，將應用 K 近鄰演算法（K-Nearest Neighbor，簡稱 KNN），使用 R 語言進行模型構建。KNN 模型主要依據新數據與訓練數據之間的距離進行分類或回歸預測，透過選取距離最近的 K 個鄰居進行判斷（Cover & Hart, 1967），為機器學習中監督式學習的一種，自變數為影響

停車需求的因素，應變數為停車服務水準，以進行停車服務水準的推估。本研究將使用 KNN 演算法推估智慧建築附設停車使用率的服務水準，並分析不同條件下的預測結果。由於 KNN 屬於非參數模型，適合進行較複雜的模式分類與預測，且易於與其他方法結合使用（Duda, Hart, & Stork, 2001），能為智慧建築停車需求分析提供更靈活的應用工具。

四、專家座談

為探討應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究，本團隊於 113 年 9 月 13 日（星期五）及 113 年 10 月 4 日（星期五）舉辦兩次專家座談會，邀請統計學、大數據應用及智慧建築領域的專家進行座談，討論模型分析結果與案例模擬結果。專家座談針對分析結果、案例模擬自設停車位分析結果、資料隱私權之可行性做討論。此外，專家也提供相關政策建議，協助研究成果應用於實際規劃與政策制定（附錄四、附錄五）。

貳、研究流程與進度

本研究流程圖與工作進度時程表如圖 1-2、表 1-3 所示。

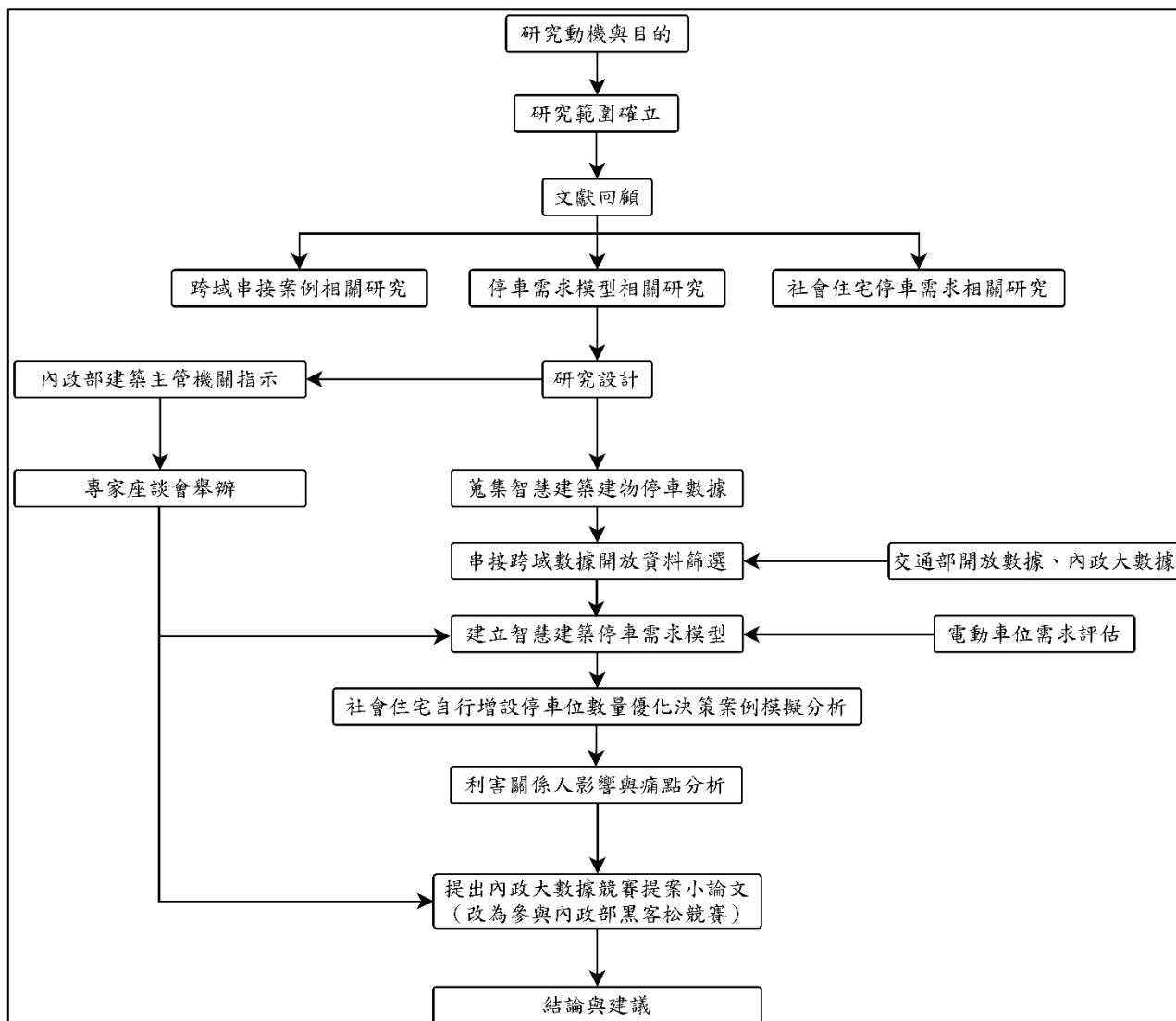


圖 1-2 研究流程圖
(資料來源：本研究繪製)

表 1-3 工作進度時程表

月 工作項目	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	備 註
跨域串接案例相關研究	V	V	V	V							
停車需求模型相關研究	V	V	V	V							
社會住宅停車需求相關研究	V	V	V	V							
研究設計			V	V	V	V	V				
蒐集智慧建築建物停車數據			V	V	V	V	V				
串接跨域數據開放資料篩選			V	V	V	V	V				
建立智慧建築停車需求模型			V	V	V	V	V				
舉辦專家座談會			V	V	V	V	V	V	V		
社會住宅自行增設停車位數量優化決策案例模擬分析					V	V	V	V	V		
提出本所內政大數據競賽提案小論文(草案)					V	V	V	V	V		
預定進度 (累積數)	5%	15%	25%	35%	45%	60%	70%	80%	90%	100%	

(資料來源：本研究整理)

第二章 蒐集國內智慧建築案例資料建立建築物停車 需求預測模型

第一節 文獻回顧

壹、大數據分析結合智慧建築資料之文獻

大數據 (Big Data)，也被稱為巨量資料，這個詞彙首次出現在學術文獻中可追溯至 2000 年初期，當時主要用於統計學與計量經濟學領域，描述了可用數據和潛在相關數據量的急劇增長，這是數據記錄和存儲技術突破所帶來的前所未有的結果 (Diebold F., 2003；鍾凱如，2022)。隨後，歐盟委員會 (The European Commission) 和美國國家科學基金會 (National Science Foundation, NSF) 相繼將大數據定義為來自多種來源的大量不同類型的數據，這些數據包括衛星影像、數字、圖片、影片、GPS 信號以及涉及個人資訊的資料，或因其數量龐大和複雜性而挑戰現有分析方法的數據 (Favaretto M. et al., 2020)。

隨著物聯網 (Internet of Things, IoT) 的迅速發展，大量且詳細的數據可以通過分佈於各處的資訊設備進行蒐集，並且透過網路即時傳輸到單一或多個存儲位置，這有助於後續的數據處理與分析，即大數據分析，從而挖掘出隱藏的知識與運作模式 (Elgendy & Elragal, 2014；Kambatla et al., 2014)。大數據分析的新興應用領域涵蓋了人類健康與福祉、自然環境監測與保護、政府和公共部門決策、商業與經濟系統運作以及社交網絡等 (Kambatla et al., 2014)。此外，大數據分析還促進了機器學習的發展，提供更深入的分析和預測結果，作為智慧應用的參考依據，廣泛應用於智慧建築、智慧交通以及政府決策等多個領域 (Elgendy & Elragal, 2014；Kambatla et al., 2014；Zantalis et al., 2019)。

近年來，大數據分析競賽逐漸成為政府和民間熱衷參與的活動。其中，「總

「總統盃黑客松」是一項由總統府指導、行政院主辦、數位發展部協辦、交通部承辦的賽事。根據總統盃黑客松網站的定義，「黑客（Hacker）」指的是對程式設計及電腦運作有興趣，並具備深入理解能力的人，他們同時願意以不同的方法解決問題。「黑客松」一詞則是由「黑客」和「馬拉松（Marathon）」組合而來，寓意希望參賽者能以「馬拉松」的方式，在短時間內與團隊密集合作，共同發想創新提案。該競賽鼓勵各界針對關注的社會議題，利用政府現有的開放資料進行分析和應用，投入更多創新點子，提出有效的解決方案。通過跨機關、跨領域以及公私協力的組隊競賽，該活動旨在促進公部門與民間單位的合作，提供一個共創的平台，讓資料擁有者、資料科學家和各領域專家運用政府開放資料與科技創新，共同解決社會問題，從而提升政府的施政效能（總統盃黑客松，2024）。

總結大數據分析的文獻回顧可知，在資料開放的基礎上，臺灣在結合大數據分析和開放資料方面已經取得了顯著成就。政府積極推動擴展數據應用的範疇，致力於促進大數據在各領域的應用發展。因此，本研究參考國內外成功案例，作為智慧建築及內政大數據應用於建築物停車需求預測的基礎，以期為相關政策制定和管理提供實證依據。

貳、大數據串接智慧建築數據之案例

物聯網技術能夠整合智慧建築內部各個系統，使其產生的大數據能夠順利地被收集、管理，並進行雲端運算及深入分析。與此同時，提升數據應用的可擴展性（scalability）與互通性（interoperability）也是至關重要的（Aliero et al., 2022；Plageras et al., 2018）。如果將物聯網技術與機器學習相結合，透過有效的互動方式，使智慧建築能夠與使用者之間進行更好的協作，則有助於提升智慧建築系統在應對各類事件時的效率和能力（Aliero et al., 2022）。

透過分析國內外案例可以看出，智慧建築涵蓋了智慧綠能、停車管理和健

康照護等相關應用領域，通過結合建築設計與資訊通信技術中的主動感知和主動控制技術，提升跨域大數據整合與智慧建築資料應用的可行性。研究中的案例回顧顯示，大多數智慧建築的應用目標是實現安全、健康、便利、舒適和節能，進而營造出更具人性化的生活環境。這些案例證實了大數據整合智慧建築資料具有高度的應用可行性及經濟價值。以下為各案例具體說明：

一、屏東勝利公園—智慧建築地下停車場（中鼎集團，2024）

為了解決屏東市商業區居民的停車需求並提升社區環境品質，該地區規劃了地面層為共融公園，使所有年齡層及身心障礙者都能方便使用；而地下層則設置為停車場，並引入多項智慧辨識系統設備。智慧停車系統的應用，使整個建設工程具備主動感知、智慧化管理、節能減碳及可持續發展的特性。該系統整合了多種智慧、便民且操作簡便的設施，包括在車輛行經路徑時預先亮起的「節能車道照明燈具」，以節能及安全為目標；「在席停車導引系統」則能感應空餘車位；「智慧式尋車系統」便於民眾快速找到車輛；此外，還設有「多元化繳費系統」和「車牌辨識系統」等功能。這些設計大幅提升了系統的使用便利性，降低了使用門檻，實現省時、便捷且高效的停車管理目標。

二、研華林口物聯網智慧園區（研華科技，2024）

利用物聯網技術實現人性化設計，充分發揮空間機能。智慧建築的主要概念包括「智慧空間管理」、「智慧能源管理」和「物聯網」。智慧空間管理涵蓋智慧停車、智慧接待和智慧會議室；而智慧能源管理則涉及節能管理解決方案、能源績效指標及能源預測等三個方面。在這些智慧建築中，中央控制管理系統能夠即時監控園區內及遠端建築的電力、空調、照明、用水和中控系統等資訊，並整合能源管理、人感系統和智慧停車管理系統，實現對園區內空調、照明、動力設備、生產機台和綠色能源等的全面智慧

管理。

三、智慧建築雲端平臺應用推廣計畫（內政部建築研究所，2020）

通過收集國內外建築雲端平臺的維護應用服務相關數據和案例，完成雲端平臺的架構規劃，並提出反饋信息的效益評估及相關政策建議。

四、光世代雲端智慧綠建築系統（中華電信集團，2016）

提出各種智慧服務平臺和資訊與通信科技（ICT）雲端技術，以「綠建築」為核心，「智慧建築」為框架，通過「ICT 雲端智慧生活空間的整體規劃與建設」，為住戶打造一個節能、可持續、舒適、安全且健康的居住環境。

五、The Edge（荷蘭，2024）

這座智慧建築將大數據與節能技術相結合，通過中央儀表板和約 28,000 個傳感器提供動力，能夠隨時追蹤能源使用者的需求。使用者可以透過手機應用程式檢查行程、定位同事、預約會議室或辦公室，並在抵達建築時獲得停車引導。

此外，智慧氣流設計、雨水回收系統、太陽能電池板、電動汽車充電區和停車場都是 The Edge 可持續發展的關鍵要素。健身房甚至可以利用運動產生的能量並回饋至電網。透過技術應用和大量數據分析，這座建築能顯著降低能源成本。

六、太古坊一座（香港，2024）

利用人工智慧和物聯網技術開發中央控制系統，能夠綜合分析各種系統數據，並應用於能源管理和建築物管理。透過人工智慧的機器學習技術，分析大量的營運歷史數據，預測能源消耗，及時偵測問題進而進行預

防性維護。

七、Media-ICT 大樓（2024）

運用資訊和通訊技術，如光纖到戶、智慧電表、數位交換、無線監控和 LED 照明設備等智慧化設施，旨在促進節能減碳。例如，透過無線監控技術，安裝 300 顆以上的偵測器，可以使 LED 燈光的用電量減少達 30%。再加上大量引入戶外陽光以降低照明用電，總共可節省 75% 的電力。

八、Pixel Building（澳洲，2024）

這是澳洲第一座將智慧應用於實現碳中和的建築，能夠自行產生並收集所需的能源和水源。其節能設計方法包括在立面上使用像素化的遮陽葉片、雙層玻璃窗、採光和自然通風，以及樓板周邊的植栽槽，這些設計不僅美觀，還能將耗能量降至最低。此外，屋頂上安裝的太陽能板和垂直風力發電機能產生足夠的電力供應建築物的需求。

九、新加坡首都大廈（新加坡，2024）

新加坡首都大廈建設了智慧能源效率系統，旨在降低能源消耗。該系統包括空調裝置中的能源回收系統，能夠回收冷空氣以提升冷水機組的運行效率。此外，安裝在電梯大廳和廁所的運動探測器有助於節省能源，而雙層玻璃窗則能減少熱量的滲透，最大限度地降低能源消耗。

十、The Crystal（英國，2024）

The Crystal 為了實現可持續發展，將智慧系統與再生能源相結合，利用地熱供應暖氣，並在屋頂安裝了 1,580 平方公尺的太陽能板來產生電力，同時回收雨水進行使用。建築設計使得室內光線充足，從而減少能源消耗。展館內外設有 3,500 個監控點，隨時監測水、電、暖氣等系統的運作和能源消耗情況。相較於英國其他相似規模的辦公大樓，The Crystal 的二氧

化碳排放量降低了 70%，每年暖氣系統的使用費用為零，成為智慧建築成功實現節能減碳的典範。

十一、Hattingen 銀髮照護住宅（德國，2024）

該智慧型住宅結合了地方政府與民間企業的力量，專為德國高齡者打造，提供適合居住的集合式住宅。建築設計不僅具備節能效果，還包括無線網路通訊、24 小時安全監控、健康照護以及家電自動化等功能，特別方便老年人使用。智慧建築以使用者需求為核心，遵循通用性、開放性及靈活性原則，使其具備更多彈性，並整合了網路技術、微機電子、自動控制和家電自動化等現代科技。此設計體現了人性化、智慧化、舒適化、安全化、休憩化及環保化的理念。具體的智慧應用包括「大門指紋感應自動化設備」、「廚房中央自動控制系統」、「主臥室中央遙控系統」、「對外聯繫設備」、「客廳總控制系統」以及「LCD 錄影監控系統」等。

綜合以上內容，本研究通過文獻回顧，了解如何利用機器學習和自動化作業達成資料分析、自然語言處理和模擬預測等功能，同時減少人為失誤，適合處理大量或複雜的數據。因此，這項技術能加速各類研究的發展，具有良好的應用前景，並提高內政部大數據整合智慧建築資料的效率。

本研究亦發現，智慧建築與大數據的整合應用是當前的趨勢。透過將大數據收集到伺服器，並使用統計軟體和程式語言來簡化資料分析的過程，能夠提高智慧建築資料的使用效率。

參、停車供需分析與模型

一、名詞解釋

依據交通工程手冊（交通部，2010），本研究所使用專業名詞解釋如

下：

(一) 使用率：每小時停車需求量除以停車供給量。

(二) 晨峰：上午 7 至 9 時。

(三) 昏峰：下午 17 至 19 時。

(四) 午峰：中午 11 至 13 時。

(五) 服務水準：每小時停車位使用率進行分類，參考「111 年臺北市汽機車供需調查」，分為 A、B、C 三類，見表 2-1。

表 2-1 本研究停車服務水準

服務水準	A	B	C
對應使用率	使用率 ≤ 0.5	$0.5 < \text{使用率} \leq 0.75$	$0.75 < \text{使用率} \leq 1$
對應停車需求	停車需求少	停車需求中等	停車需求高

(資料來源：本研究整理)

二、停車需求的影響變數

停車供需問題在都市規劃和交通管理中具有重要意義。停車需求和供給的變動受到多種因素的影響。本研究將以下五類因素作為後續研究可能參考的變數：建成環境、自然環境、社會經濟因素、時間因素和制度因素。

(一) 建成環境因素：建成環境因素涉及土地使用、建築密度、交通基礎設施等，這些因素將直接影響停車的需求及供給。

1. 土地使用與建築密度：停車需求受到建築用途與密度的顯著影響。在高密度的商業和辦公區，停車需求通常高於住宅區。商業區的停車需求通常在白天達到高峰，而住宅區的高

峰時段則是在夜間 (Shoup, 2005)。此外，土地使用的混合模式也會導致不同時段的停車需求變化 (Litman, 2020)。

2. 大眾運輸設施：完善的道路基礎設施與高效的大眾運輸系統能有效降低停車需求壓力。在大眾運輸便利的地區，人們更傾向於選擇公共交通工具而非私人運具，從而減少停車需求 (Hess, 2001)。此外，交通管理措施，例如單行道設置與禁止停車區等，也會影響停車模式與需求 (Litman, 2020)。
3. 建築設計：現代建築設計中引入的地下停車場和立體停車場等設施，能夠顯著增加停車位供應，減少道路上停車位的擁擠現象 (Marsden, 2006)。合理規劃的停車設施不僅能提升停車效率，還能改善都市景觀及交通流量。

(二) 自然環境因素

1. 氣溫影響：在不同的氣溫條件下，停車使用率會有所變化。低溫環境下，停車使用率顯著增加，寒冷的天氣促使民眾選擇開車以避免長時間暴露在低溫中。Zanni 和 Ryley (2015) 發現，當氣溫降至 10°C 以下時，停車使用率大約上升了 15%。同樣地，高溫也會導致停車使用率上升，當氣溫超過 30°C 時，民眾更傾向於使用私人交通工具，特別是在夏季，相對溫和的氣候條件下，停車使用率增加了約 10% (Guo & Ferreira, 2008)。然而在氣溫適中的環境中 (15°C 到 25°C)，停車使用率相對穩定且波動較小。這時，由於天氣舒適，更多人會選擇大眾運輸或步行等替代出行方式。
2. 降雨影響：降雨天氣會顯著增加停車使用率，特別是在短時間內出現強降雨時，民眾更傾向於使用私人交通工具出行。

研究顯示，在降雨天氣下，停車使用率比無降雨時高出約 20% (Khattak & De Palma, 1997)。

3. 風速影響：風速大對停車使用率也有影響，當風速超過每小時 30 公里時，停車使用率會增加約 5%至 10% (Guo & Ferreira, 2008)。

(三) 社會經濟因素

1. 收入：高收入人口通常擁有更多的私人運具，因此停車需求也較高 (Manville & Shoup, 2010)。此外，高收入人口相對願意支付較高的停車費用以獲得便利的停車服務。
2. 汽車擁有率：汽車擁有率直接影響停車需求。汽車擁有率越高，停車需求越大 (Giuliano, 1989)。在汽車擁有率高的地區，公共停車設施和私人停車設施的需求均較大。
3. 人口密度：高人口密度區域的停車需求通常高於低人口密度區域 (Hess, 2001)。在這些人口密集的地區，停車供需矛盾較為明顯，因此在停車設施的設計和規劃中，也需要考慮到人口密度的影響。

(四) 時間因素

駕駛人的使用時間和頻率也影響停車需求。例如，通勤高峰期的停車需求明顯高於非高峰期 (Marsden, 2006)。此外，週末和假日期間，商業區和娛樂場所的停車需求也會顯著增加。

（五）制度因素

高停車費用會抑制停車需求，促使民眾選擇其他出行方式（Shoup, 2005）。動態調整停車費用（如尖峰期提高費用）是管理停車需求的有效手段。

三、建物停車需求模型之文獻回顧

本研究經過文獻回顧，選用下列三種模型作為後續使用模型：

（一）多元線性迴歸模型：

選擇多元線性迴歸模型作為停車需求模型的理由在於它能夠有效地建立自變數與應變數之間的線性關係。本研究將停車使用率設為應變數，並探討多個自變數（如時間、建築物用途和天氣）對停車使用率的顯著影響。根據 Smith 和 Johnson（2018）的研究，多元線性迴歸模型能有效解析停車使用率與各自變數之間的關係，有助於識別哪些因素，如時間、地點和天氣，對停車使用率影響最大。

（二）多類別羅吉斯迴歸模型：

在線性迴歸中，應變數(Y)通常為連續型變數。然而，多類別羅吉斯迴歸模型的選擇基於其能夠有效處理停車需求模型中的多類別分類問題。其探討的應變數(Y)主要為類別變數，特別是那些可以分為兩種或多種類別的變數（例如：是或否、有或無、同意或不同意等）。本研究將停車使用率劃分為三種不同的服務水準，以作為類別變數進行分析。

根據 Brown 和 Lee（2019）的研究，多類別羅吉斯迴歸模型在推估停車需求的不同類型（例如低、中、高需求）方面表現優異。該模型具有廣泛的應用範圍，並且在實際的停車需求推估中效果良好。

(三) K 近鄰演算法(K Nearest Neighbor，以下簡稱 KNN 模型)：

KNN 模型之所以被選擇作為停車需求模型，是因為它具有非參數性且對局部結構非常敏感。根據 Garcia 和 Martinez (2020) 的研究，KNN 模型能根據鄰近觀測值的特徵來推測停車需求，特別適合應用於具有複雜空間結構和分佈的情境。此外，KNN 模型的實現相對簡單，無需依賴特定的數學假設，使其成為推估停車需求的一個強大工具。

參、建築物附設停車空間相關規範

一、建築技術規則

內政部主管法規建築技術規則建築設計施工編第 59 條規定：建築物新建、改建、變更用途或增建部分，依都市計畫法令或都市計畫書之規定，設置停車空間。其未規定者，依表 2-2 規定：

表 2-2 內政部主管法規建築技術規則建築設計施工編第 59 條

類別	建築物用途	都市計畫內區域		都市計畫外區域	
		樓地板面積	設置標準	樓地板面積	設置標準
第一類	戲院、電影院、歌廳、國際觀光旅館、演藝場、集會堂、舞廳、夜總會、視聽伴唱遊藝場、遊藝場、酒家、展覽場、辦公室、金融業、市場、商場、餐廳、飲食店、店鋪、俱樂部、撞球場、理容業、公共浴室、旅遊及運輸業、攝影棚等類似用途建築物。	三百平方公尺以下部分	免設	三百平方公尺以下部分	免設
		超過三百平方公尺部分	每一百五十平方公尺設置一輛	超過三百平方公尺部分	超過每二百五十平方公尺設置一輛
第二類	住宅、集合住宅等居住用途建築物。	五百平方公尺以下部分	免設	五百平方公尺以下部分	免設
		超過五百平方公尺部分	每一百五十平方公尺設置一輛	超過五百平方公尺部分	每三百平方公尺設置一輛。
第三類	旅館、招待所、博物館、科學館、歷史文物館、資料館、美術館、圖書館、陳列館、水族館、音樂廳、文康活動中心、醫院、殯儀館、體育設施、宗教設施、福利設施等類似用途建築物。	五百平方公尺以下部分	免設	五百平方公尺以下部分	免設
		超過五百平方公尺部分	每二百平方公尺設置一輛	超過五百平方公尺部分	每三百五十平方公尺設置一輛
第四類	倉庫、學校、幼稚園、托兒所、車輛修配保管、補習班、屠宰場、工廠等類似用途建築物。	五百平方公尺以下部分	免設	五百平方公尺以下部分	免設
		超過五百平方公尺部分	每二百五十平方公尺設置一輛	超過五百平方公尺部分	每三百五十平方公尺設置一輛
第五類	前四類以外建築物，由內政部視實際情形另定之。				

(資料來源：內政部國土管理署，2024)

二、都市計畫相關法令

本研究範圍是臺北市之智慧建築，故以臺北市都市計畫相關法令進行整理，「臺北市土地使用分區管制自治條例」第 86 條之 1 提到：「建築物新建、改建、變更用途或增建部分應依都市計畫規定設置停車空間，都市計畫未規定者，依下表（表 2-3）規定。」

表 2-3 臺北市土地使用分區管制自治條例第 86 條之 1

建築物用途	建築物總樓地板面積 (平方公尺)	應附設小汽車位數
獨立、雙拼住宅	-	每滿 100 平方公尺設置 1 輛
多戶住宅	-	每滿 120 平方公尺設置 1 輛
醫療保健服務業 日常用品零售業 一般零售業甲組 一般零售業乙組 飲食業 特種零售業甲組 特種零售業乙組	2,000 以下部分	每滿 100 平方公尺設置 1 輛
	超過 2,000、未滿 4,000 之部分	每滿 150 平方公尺設置 1 輛
	4,000 以上、未滿 10,000 之部分	每滿 200 平方公尺設置 1 輛
	一萬以上之部分	每滿 250 平方公尺設置 1 輛
文教設施 零售市場 一般零售業乙組日用百貨 餐飲業 日常服務業 一般服務業 娛樂服務費 健身服務費 特種服務費	4,000 以下部分	每滿 100 平方公尺設置 1 輛
	超過 4,000、未滿 10,000 之部分	每滿 120 平方公尺設置 1 輛
	10,000 以上之部分	每滿 150 平方公尺設置 1 輛
公務機關 人民團體 一般事務所 自由職業事務所 金融保險業 旅遊級運輸服務業	2,000 以下部分	每滿 100 平方公尺設置 1 輛
	超過 2,000、未滿 4,000 之部分	每滿 120 平方公尺設置 1 輛
	4,000 以上、未滿 10,000 之部分	每滿 150 平方公尺設置 1 輛
	一萬以上之部分	每滿 200 平方公尺設置 1 輛
一般旅館業 國際觀光旅館業	2,000 以下部分	每滿 100 平方公尺設置 1 輛
	超過 2,000、未滿 4,000 之部分	每滿 150 平方公尺設置 1 輛
	4,000 以上、未滿 10,000 之部分	每滿 200 平方公尺設置 1 輛
	一萬以上之部分	每滿 250 平方公尺設置 1 輛
其他各類	2,000 以下部分	每滿 150 平方公尺設置 1 輛
	超過 2,000、未滿 4,000 之部分	每滿 200 平方公尺設置 1 輛
	4,000 以上、未滿 10,000 之部分	每滿 250 平方公尺設置 1 輛
	一萬以上之部分	每滿 300 平方公尺設置 1 輛

(資料來源：臺北市政府都市發展局，2024)

三、停車場法

「停車場法」第 2 條對於建築物附設停車空間的定義為：「指建築物依建築法令規定，應附設專供車輛停放之空間。」第 9 條規定：「直轄市或縣（市）主管機關應視地區停車需求，核准左列公、私有建築物新建或改建時，投資增設停車空間，開放供公眾使用，不受建築法令有關高度及容積率之限制：一、國民住宅及社區之建築。二、政府機關、學校或公私事業機構之建築。三、市場、購物中心、娛樂場所之建築。四、市中心區高樓建築。」

四、小節

綜上所述，建築物附設停車空間的設置規範旨在要求汽車所有者或使用者自行提供停車空間，以避免路邊違規停車對城市公共交通造成影響。隨著臺北市捷運、輕軌等大眾運輸系統的建設逐步完成，城市發展逐漸轉向大眾運輸導向模式，推動以公共交通替代私人汽車的政策。然而，實務操作中，都市設計和都市計畫附條件許可審議時，常面臨如何合理確定建築物附設停車需求的挑戰。因此，在都市計畫法令及相關規定未明確指出的情況下，應根據建築物的用途設置停車位數量。本研究透過現行法規分析建物使用用途與停車位設置數量規範的關聯。

第二節 蒐集國內智慧建築案例資料

壹、資料取得與處理

一、智慧建築停車使用率資料說明

本研究從臺北市停車管理工程處取得 2023 年建築物附設停車使用率的相關資料，建築物附設停車空間採委外經營提供非住戶使用，內容包括每日及每小時的停車使用率數據，係運用較長時之資料。智慧建築樣本共 30 處，原始資料量為每日 24 小時，全年 365 天，共計 262,800 筆資料。該資料由臺北市停車管理工程處授權給本研究使用，數據中不包含車牌號碼或個人資料等隱私信息，無需進行去識別化處理。

表 2-4 智慧建築停車使用率原始資料示意表

日期	時間	使用率	停車量
2023/1/1	0	65%	42
2023/1/1	1	75%	48
2023/1/1	2	78%	50
2023/1/1	3	80%	51
2023/1/1	4	80%	51
2023/1/1	5	80%	51
2023/1/1	6	76%	49
2023/1/1	7	72%	46
2023/1/1	8	73%	47
2023/1/1	9	66%	42
2023/1/1	10	54%	35

（資料來源：本研究繪製）

二、資料處理方式與使用工具

依據統計分析需求，本研究使用 RStudio 和 Microsoft Excel 等軟體，對停車使用率資料進行依時段和空間範圍的處理。由於停車使用率的資料量龐大，無法直接透過 Microsoft Excel 進行有效處理和分析，因此本研究利用 RStudio 的 R 語言來篩選、擷取和合併資料。例如，依據研究中的不同時

段、研究區域以及建築位置進行資料的擷取與合併，從而獲取各地點和時段的使用率分布。由於部分智慧建築附設停車空間較晚啟用，經過資料清洗後，資料數量縮減至 217,703 筆。

此外，本研究使用 ArcGIS 中的 Buffer 與 Intersect 功能來確定方圓五百公尺內鄰近的大眾運輸站數目，並利用 ArcGIS 找尋距離最近的氣象站資料，隨後將這些數據通過 RStudio 進行合併，以支援後續的分析工作。

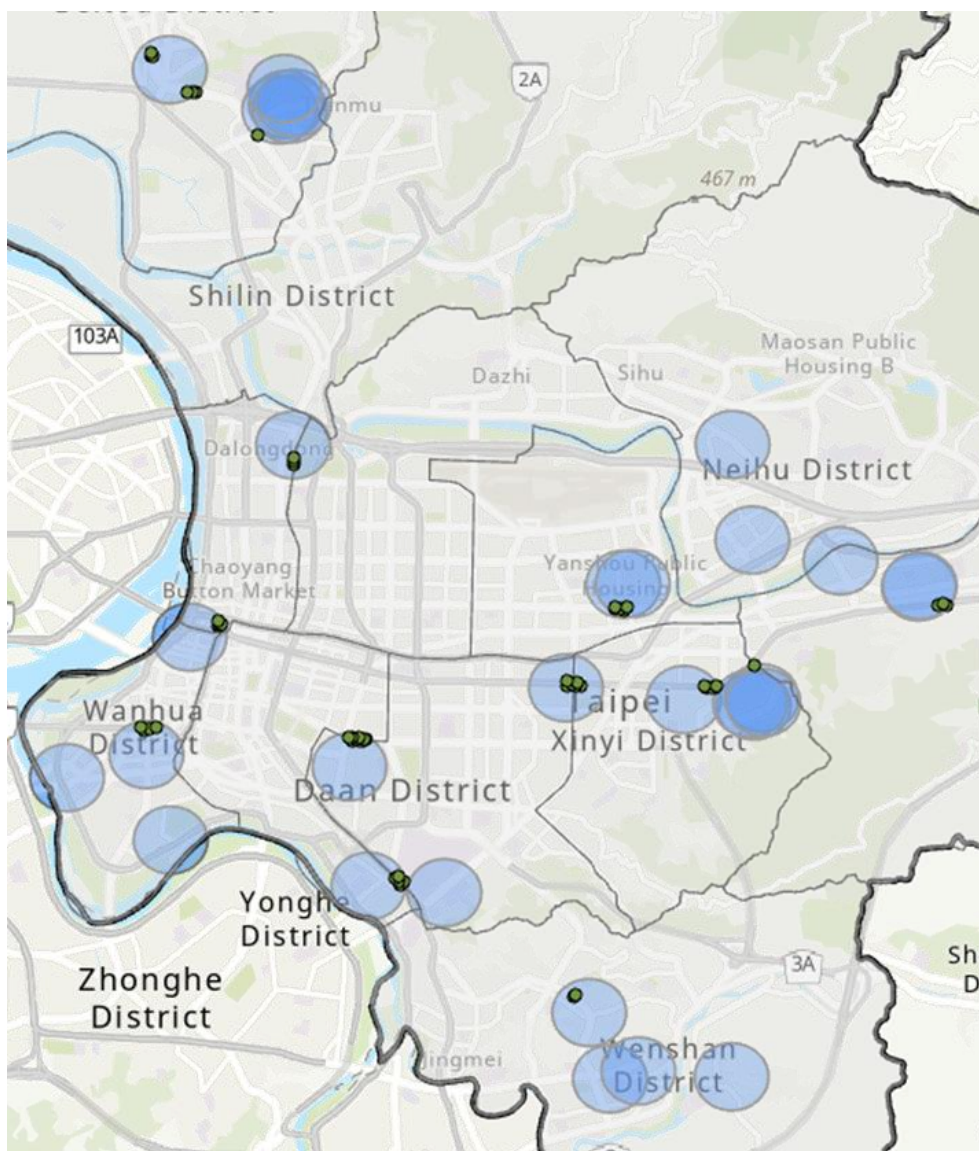


圖 2- 1 Arcgis 套疊分析

（資料來源：本研究繪製）

貳、統計分析設計與模型設計

針對已處理的停車使用率資料，本研究首先進行敘述性統計，以初步說明研究範圍內的停車使用率情況，並了解該系統需求的時間趨勢。接下來，將進行探索式資料分析，以挖掘資料中的潛在模式和趨勢。根據文獻回顧的結果，將選擇可獲取的投入變數，並利用統計模型來檢驗這些變數與應變數之間的關係。最終，本研究將構建以下幾種模型：多元線性迴歸模型、多類別羅吉斯迴歸模型以及 K 近鄰演算法模型，藉此深入分析和預測停車使用率的變化。

一、統計分析

本研究針對研究範圍內的 30 處智慧建築進行了停車使用率的敘述性統計分析。這項統計分析有助於確認研究資料的準確性，並測試資料中是否存在未經處理的異常值或離群值，從而排除這些資料，以避免它們對後續模型建立的解釋能力和穩定性造成影響。在分析過程中，本研究使用 R Studio 對已處理的停車使用率資料進行計算，並繪製相關圖表，以呈現其特性和需求趨勢，例如站點分布、研究時間內平（假）日之使用率、晨（昏）峰的使用率變化情況。

二、投入變數

本研究根據文獻回顧，設定應變數為停車使用率與停車服務水準，自變數為制度因素、自然環境、建成環境、社會經濟與時間變數。

（一）應變數

本研究針對臺北市智慧建築的停車使用需求，構建了多元線性迴歸模型、多類別羅吉斯迴歸模型以及 K 近鄰演算法模型。在多元線性迴歸模型中，應變數為智慧建築在 2023 年內 12 個月的每日每小時停車使用率。至於多類別羅吉斯迴歸模型和 K 近鄰演算法模型，本研究

則依據臺北市汽機車停車供需調查報告，將需供比服務水準作為分類模型的應變數，如表 2-1。

（二）自變數

為達成研究目的，本研究選取影響因素（自變數）時，著重於建築物附設停車空間的特性，分析建築物本身的使用特性以及其建成環境和地理位置對停車需求的影響。研究將著眼於這些因素如何吸引或不吸引停車使用者，而非專注於停車使用者的偏好因素，例如尋找停車位的時間等。透過這種方式，可以更全面地理解建築物的停車需求模式，並為後續的停車管理提供參考依據，綜上所述，本研究透過文獻回顧歸納出影響建築物停車需求（應變數）之原因如表 2-5：

表 2-5 本研究可取得之自變數

變數類型	變數	單位	備註
應變數	使用率	%	多元線性迴歸模型 資料來源：臺北市停車管理工程處
	服務水準	類別變數	多類別羅吉斯迴歸模型、KNN 模型： 以停車使用率依照表 2-1 劃分為 A、B、C 三類
時間變數	假日	虛擬變數	連續假期：1，其餘時段：0
	平日晨峰	虛擬變數	平日晨峰：1，其餘時段：0
	平日午峰	虛擬變數	平日午峰：1，其餘時段：0
	平日昏峰	虛擬變數	平日昏峰：1，其餘時段：0
	假日午峰	虛擬變數	假日午峰：1，其餘時段：0
	假日昏峰	虛擬變數	假日晚峰：1，其餘時段：0
自然變數	下雨	毫米/每小時	條件為每小時大於 0.5 毫米，資料來源為智慧建築最近氣象站資訊，2023
	溫度	度	條件為低於 15 度，資料來源為智慧建築最近氣象站資訊，2023
制度變數	假日費率	元/小時	數值變數
	平日費率	元/小時	
	月租費率	元/月	
建成環境變數	行政區	類別變數	依照臺北市行政區之劃分。
	建築技術規則分類	類別變數	各智慧建築建築使用用途分類，依建築技術規則設計施工編第 59 條
	車位數	格數	數值變數
	鄰近公車站數	站數	數值變數，利用 ArcGis 的 Buffer 和 Intersect 功能，尋找方圓五百公尺內之數目。
	鄰近捷運站數	站數	
	鄰近路邊停車位數 (不含路外停車場)	格數	
	鄰近公共自行車站	站數	
	鄰近工商業家數比例	家數	2023 最小統計區
	鄰近商業使用比例	比例	商業使用/總土地使用，2023 最小統計區
	鄰近住宅使用比例	比例	住宅使用/總土地使用，2023 最小統計區
	鄰近混合使用比例	比例	混合使用/總土地使用，2023 最小統計區
	鄰近公共使用比例	比例	公共使用/總土地使用，2023 最小統計區
	鄰近遊憩使用比例	比例	遊憩使用/總土地使用，2023 最小統計區
社會經濟變數	人口密度	人/平方公里	2023 最小統計區
	學齡人口比例	比例	0-18 歲人口數/總人口數，2023 最小統計區
	老化指數比例	比例	65 歲以上人口/0-14 歲人口，2023 最小統計區
	身心障礙比例	比例	身心障礙人口數/總人口數，2023 最小統計區

(資料來源：本研究繪製)

三、多元線性迴歸模型

(一) 多元線性迴歸模型建立目的

1. 關係建模：線性迴歸模型能夠幫助理解不同變數之間的關係。通過找到變數之間的線性關係，可以了解變數之間的影響程度和趨勢，進而更好理解問題的本質。
2. 推估能力：線性迴歸模型在推估中表現良好。基於訓練數據中的線性關係，模型能夠對未來數據進行準確的推估。
3. 特徵選擇：線性迴歸模型能有效識別對應變數影響較大的特徵，這在特徵選擇、降維及數據縮放等過程中具有重要意義。透過分析各特徵的影響程度，研究者可以精簡模型，去除不必要的變數，提升模型的性能和解釋能力。這種方法不僅能提高預測準確性，還有助於簡化模型結構，使其更具可讀性和可操作性。
4. 模型解釋：線性迴歸模型的結果易於理解，因為模型的係數能量化每個自變數對應變數的影響程度。這種量化使研究者能夠清楚地解釋各變數的作用，並基於這些解釋進行有根據的推論。

綜上所述，本研究之多元線性迴歸模型以停車使用率作為應變數，探討其與表 2-5 之自變數之間的關係。

(二) 多元線性迴歸模型公式

「 $y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \cdots + \beta_k x_{ki}$ ，其中 $i = 1, \cdots, n$ 」

其中：

x_{ki} = 第 k 個自變數 X 第 i 個觀測值

β_0 = 參數(parameter)、截距(intercept)。

$\beta_1, \dots, \beta_k$ = 迴歸係數(regression coefficient)。

n = 觀測值(組)數量。

(三) F 檢定、T 檢定

1. F 檢定(顯著性檢定)

虛無假說 (Null hypothesis) $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ 。

對立假說 (alternative hypothesis) $H_a: \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ 不全為 0。

如果擬合的模型相較於零模型有顯著的改進，則會顯示出自變數對應變數的顯著影響，這時 F 統計量會呈現較大的值。當 F 統計量明顯大於 1 時，可以認為擬合模型相對於零模型的改進是顯著的，意味著迴歸模型的整體擬合度較好。此外，如果 F 統計量的 p 值非常小（小於 0.05），則進一步支持了擬合模型的有效性，證明自變數對應變數有顯著影響。

本研究多元線性迴歸模型的虛無假說：

$H_0: \beta_i = 0$ ($i=1,2,\dots,k$) (表 2-5 自變數之迴歸係數皆等於 0)

$H_1: \beta_i \neq 0$ ($i=1,2,\dots,k$) (表 2-5 自變數之迴歸係數不全為 0)

2. T 檢定(邊際檢定)

虛無假說(Null hypothesis) $H_0: \beta_i = 0 (i = 1, 2, \dots, k)$ 。

對立假說(alternative hypothesis) $H_a: \beta_i \neq 0 (i = 1, 2, \dots, k)$ 。

在迴歸分析中，透過檢驗每個自變數的 t 值或 z 值，可以確定該變數是否對結果變量產生顯著影響。利用邊際檢定有助於判斷哪些自變數在控制其他變數影響後，依然對結果變量具有顯著作用。

（四）共線性分析

在構建包含多個自變數的多元線性迴歸模型時，如果自變數之間存在高度相關性，可能會導致單變數迴歸模型顯示某變數有顯著影響，而在多變數模型中該變數的檢驗結果卻不顯著。此外，單變數和多變數迴歸模型在對同一變數的回歸係數估算上可能存在過大差異，甚至出現相反的係數符號。這種現象稱為「共線性問題」(Multicollinearity)。為了避免在迴歸模型中出現共線性問題，本研究將使用變異數膨脹因子 (Variance Inflation Factor, VIF) 來檢測自變數之間是否存在高度的多重共線性，其公式為：

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

其中 VIF_i 為第 i 個自變數之 VIF 值 ; R_i^2 為將第 i 個變數視為應變數，其他變數當成自變數建立迴歸模型，所得之判定係數。

四、多類別羅吉斯迴歸模型

（一）多類別羅吉斯迴歸模型目的：

在實務上多以多類別變數呈現，因此使用該模型，主要在探討依變數與自變數之間的關係。線性迴歸中的應變數(Y)通常為連續型變數，但羅吉斯迴歸所探討的應變數(Y)主要為類別變數，特別是分成兩類的變數(例如：是或否、有或無、同意或不同意……等)。

其公式為：

$$\ln \frac{p}{1-p} = f(x) = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_k X_k$$

其中：

X_k = 第 k 個自變數 X

β_0 = 參數(parameter)，截距(intercept)。

$\beta_1, \cdots, \beta_k$ = 迴歸係數(regression coefficient)。

n = 觀測值(組)數量。

(二) 訓練集與測試集

訓練集是用來調整模型中變數的數據子集，模型會在這個集上學習，以找出自變數和應變數之間的關聯。而測試集則是用來評估模型性能的數據子集，它與訓練集不同，不參與模型的參數調整。測試集的主要目的是檢驗模型對未見數據的預測能力。透過在測試集上進行預測，可以評估模型的適用性，了解其如何應對新數據。在本研究中，總資料筆數為 217,708，其中 20% 用作訓練集，80% 用作測試集，並將運用機器學習方法進行分析。

(二) 多類別羅吉斯迴歸模型解釋：

本研究將每小時的停車使用率根據表 2-1 中的停車服務水準分類為 A、B、C 三個等級，並將這些等級作為應變數。接著，我們將引入自變數來估算停車服務水準的準確性，以下是模型推估服務水準相關名詞的解釋。

1. 準確率 (Accuracy): 準確率衡量所有推估正確的樣本在總樣本中的比例。

計算公式：準確率 = (推估正確的樣本數) / (總樣本數)。

解釋：表示模型在所有樣本中正確分類的比例約為 46.05%。

2. 精確率 (Precision): 精確率衡量推估為某類別的樣本中，實際屬於該類別的比例。

計算公式：精確率 = (推估為某類別且實際屬於該類別的樣本數) / (推估為某類別的樣本數)。

3. 召回率 (Recall): 召回率衡量實際屬於某類別的樣本中，被正確推估為該類別的比例。

計算公式：召回率 = (推估為某類別且實際屬於該類別的樣本數) / (實際屬於某類別的樣本數)。

4. F1 分數 (F1 Score): F1 分數是精確率和召回率的調和平均，用於綜合評估模型的表現。

計算公式：F1 分數 = $2 * (\text{精確率} * \text{召回率}) / (\text{精確率} + \text{召回率})$ 。

五、K 近鄰演算法

(一) K 近鄰演算法模型的基本概念是：透過計算距離，找出與目標數據最接近的 K 個數據點，並利用這些鄰近的數據進行分類或迴歸分析。

1. 模型優缺點：

- (1) 優點：模型結構直觀，易於理解實施，不需要複雜的數學假設、適用於多種不同類型的問題，可以用於分類和迴歸任務。
- (2) 缺點：在處理大規模數據集時，計算距離可能會耗費大量時間，並且容易受到噪音（noise）及異常值的影響。此外，K 值的選擇至關重要，因為選擇不當可能會顯著影響模型的結果。因此，確定適當的 K 值和考慮異常值的影響是提升模型準確性的關鍵。

2. 演算法步驟：

- (1) 計算距離：對於一個新的數據點，需要計算它與訓練數據集中每個數據點的距離。常見的距離測量方法有歐氏距離、曼哈頓距離和明可夫斯基距離等。
- (2) 選擇 K 值：選擇一個適當的 K 值，該值代表著要考慮多少個最近鄰的數據點。
- (3) 找出最近鄰：根據計算出的距離，選取最近的 K 個數據點，這些數據點就是新數據點的 K 個最近鄰。
- (4) 分類或迴歸：根據 K 個最近鄰的類別（對於分類問題）或平均值（對於迴歸問題），來推估新數據點的類別或值。

3. 參數調整：

- (1) 選擇 K 值對於模型性能非常重要。若 K 值過小，可能會引發過擬合，而若 K 值過大，則可能導致欠擬合。
- (2) 通常會使用交叉驗證方法來評估不同 K 值下模型的表現，並選擇在驗證集上效果最佳的 K 值。
- (3) 經交叉驗證兩樣本後，取得 K 值。

(二) K 近鄰演算法模型解釋：

本研究將總資料筆數 217,708 分為 20% 的訓練集和 80% 的測試集，以機器學習方法構建智慧建築附設停車需求預測模型。每小時的停車使用率根據表 2-1 的停車服務水準被分為 A、B、C 三個等級，並作為應變數。隨後，將適當的自變數納入，以評估停車服務水準的準確性。KNN 模型使用 20% 的資料作為訓練集，80% 作為測試集來進行分析。推估服務水準的準確率、精確率、召回率和 F1 分數等指標將與多類別羅吉斯迴歸模型中的結果相一致。

第三節 建立建築物停車需求預測模型

本研究將分為兩個階段進行，第一階段，以統計分析開始，利用視覺化圖表探索式分析智慧建築停車場之使用率及其相關變數之間關聯性，同時比較不同建築類別之停車使用率模式是否相似。在第二階段，運用多元線性迴歸模型進行相關檢驗與推估，分析各自變數對停車使用率之影響。此外，建立多類別羅吉斯迴歸模型以及 K 近鄰演算法，將停車使用率根據服務水平進行分類，並利用機器學習方法分別編制測試集和訓練集，以檢驗訓練集之推估準確度，並進行交叉驗證以確保模型之精確度。

壹、統計分析

本研究透過 R Studio 整理資料，平均使用率資料如表 2-6 所示，相關變數資料如表 2-7、2-8 所示，並搭配智慧建物每小時停車使用率折線圖，進行敘述性統計分析。

表 2-6 智慧建物停車使用率

智慧建築名稱	ID	平均 使用 率	平日	假日	平日 晨峰	平日 午峰	平日 昏峰	假日 午峰	假日 昏峰	下雨	低溫	高溫
Case1	1	79%	79%	79%	77%	88%	79%	90%	85%	79%	73%	82%
Case2	3	66%	67%	65%	43%	95%	91%	91%	95%	65%	60%	70%
Case3	5	72%	75%	63%	77%	93%	74%	64%	62%	69%	68%	76%
Case4	6	35%	37%	31%	34%	43%	39%	30%	29%	33%	41%	32%
Case5	7	8%	8%	9%	8%	11%	7%	13%	7%	9%	8%	8%
Case6	8	77%	76%	77%	74%	82%	88%	94%	84%	78%	72%	81%
Case7	9	85%	85%	85%	86%	76%	78%	79%	76%	86%	86%	82%
Case8	10	33%	41%	11%	46%	92%	33%	19%	9%	32%	23%	40%
Case9	11	84%	85%	82%	83%	88%	85%	80%	78%	85%	78%	86%
Case10	12	82%	82%	83%	75%	96%	89%	95%	95%	83%	80%	84%
Case11	13	55%	58%	47%	56%	95%	60%	72%	55%	54%	47%	60%
Case12	14	83%	86%	76%	87%	93%	84%	75%	69%	84%	78%	85%
Case13	15	85%	84%	87%	88%	85%	76%	93%	82%	86%	83%	86%
Case14	16	79%	79%	78%	77%	86%	77%	80%	85%	78%	77%	79%
Case15	17	54%	55%	51%	52%	69%	51%	59%	51%	54%	56%	54%
Case16	18	78%	78%	80%	80%	69%	70%	75%	73%	77%	83%	74%
Case17	19	85%	85%	85%	86%	84%	76%	84%	79%	85%	88%	85%
Case18	20	48%	49%	47%	49%	48%	46%	45%	43%	47%	63%	44%
Case19	21	50%	46%	59%	47%	16%	20%	43%	43%	54%	64%	41%
Case20	22	71%	72%	69%	73%	68%	66%	64%	63%	73%	66%	73%
Case21	23	87%	88%	83%	88%	89%	86%	82%	79%	87%	82%	88%
Case22	24	50%	47%	58%	27%	71%	67%	82%	96%	49%	47%	54%
Case23	25	86%	86%	87%	89%	80%	78%	83%	85%	86%	85%	86%
Case24	27	81%	81%	81%	79%	73%	76%	78%	78%	80%	85%	78%
Case25	28	8%	10%	3%	4%	28%	8%	7%	3%	7%	4%	10%
Case26	29	79%	77%	85%	72%	66%	74%	86%	79%	79%	82%	76%
Case27	30	23%	31%	3%	20%	85%	14%	7%	1%	22%	11%	30%
Case28	31	48%	51%	39%	44%	85%	49%	46%	42%	42%	62%	48%

(資料來源：本研究整理)

表 2-7 智慧建築停車需求自變數

智慧建築名稱	平均使用率	月租費率	ID	行政區	建築技術規則分類	車位數	鄰近公車站數	鄰近捷運站數	鄰近停車位數	鄰近公共自行車
Case1	79%	4800	1	7	2	239	11	1	305	11
Case2	66%	7200	3	4	3	432	19	1	610	11
Case3	72%	3000	5	11	2	194	8	0	555	10
Case4	35%	4800	6	11	2	401	25	0	745	8
Case5	8%	3500	7	9	4	122	19	0	238	6
Case6	77%	4200	8	9	3	81	17	1	336	4
Case7	85%	3500	9	9	2	349	21	0	956	10
Case8	33%	3000	10	12	3	120	15	0	375	9
Case9	84%	4600	11	12	2	170	22	2	640	10
Case10	82%	0	12	12	3	33	16	0	528	8
Case11	55%	4500	13	12	3	91	15	0	462	9
Case12	83%	5250	14	2	2	134	18	1	1031	19
Case13	85%	5250	15	2	2	148	22	1	936	18
Case14	79%	5200	16	3	4	239	15	1	468	15
Case15	54%	4800	17	3	1	98	19	0	317	12
Case16	78%	4800	18	3	2	369	19	0	404	11
Case17	85%	4800	19	3	2	268	20	0	355	10
Case18	48%	4800	20	3	1	704	15	0	312	12
Case19	50%	3000	21	10	2	64	22	1	845	14
Case20	71%	3000	22	10	2	325	22	1	850	14
Case21	87%	3000	23	10	2	237	17	0	1077	8
Case22	50%	0	24	8	3	48	18	1	319	9
Case23	86%	4800	25	8	2	132	11	0	173	8
Case24	81%	4800	27	8	2	145	33	1	441	19
Case25	8%	4000	28	4	4	142	9	0	287	22
Case26	79%	4800	29	9	2	92	21	0	798	12
Case27	23%	3000	30	12	3	366	16	0	396	8
Case28	48%	0	31	12	3	160	9	0	201	4

(資料來源：本研究整理)

表 2- 8 智慧建築停車需求自變數（續表）

智慧建築名稱	ID	平均 使用 率	鄰近 公共 自行 車	鄰近 工商 業家 數	白天 信令 人口 資料	晚上 信令 人口 資料	人口密 度	學齡 人口 比例	老化 指數	身心 障礙 比例
Case1	1	79%	11	229	0	0	31232	0.17	84	0.06
Case2	3	66%	11	10	3943	146	14535	0.23	200	0.03
Case3	5	72%	10	7	2	0	8465	0.05	186	0.04
Case4	6	35%	8	4	4	0	0	0	0	0.04
Case5	7	8%	6	18	13	39	318	0.09	1250	0.06
Case6	8	77%	4	10	237	185	19477	0.09	840	0.04
Case7	9	85%	10	4	121	1147	107586	0.17	89	0.08
Case8	10	33%	9	10	248	36	1898	0.18	160	0.04
Case9	11	84%	10	2	4	146	36373	0.04	198	0.03
Case10	12	82%	8	3	241	0	0	0	0	0.05
Case11	13	55%	9	3	241	0	0	0	0	0.05
Case12	14	83%	19	5	2	185	98562	0.15	189	0.05
Case13	15	85%	18	13	76	381	35860	0.15	145	0.06
Case14	16	79%	15	10	0	55	1460	0.14	300	0.03
Case15	17	54%	12	4	0	0	0	0	0	0.09
Case16	18	78%	11	26	0	0	0	0	0	0.09
Case17	19	85%	10	4	0	0	0	0	0	0.09
Case18	20	48%	12	22	0	0	0	0	0	0.09
Case19	21	50%	14	19	129	317	26087	0.17	86	0.08
Case20	22	71%	14	19	13	1	26087	0.17	86	0.08
Case21	23	87%	8	0	0	267	10332	0.21	68	0.05
Case22	24	50%	9	2	42	58	5008	0.19	131	0.08
Case23	25	86%	8	3	2	0	0	0	0	0.08
Case24	27	81%	19	0	227	103	10031	0.14	209	0.06
Case25	28	8%	22	30	246	0	0	0	0	0.04
Case26	29	79%	12	10	1020	262	49273	0.2	104	0.05
Case27	30	23%	8	7	676	6	32	0	0	0.05
Case28	31	48%	4	0	676	6	32	0	0	0.05

（資料來源：本研究整理）

一、平均使用率分析

此一階段之敘述統計，主要是依據「平均停車使用率」，透過每一樣本數之平均，從視覺化圖表探討自變數與應變數之關聯性，並藉由敘述統計方法呈現。

本研究首先分析平日晨峰、午峰、昏峰之平均停車使用率（詳見圖 2-2）。結果顯示，停車使用率主要分為兩種型態：第一種為晨峰與昏峰之平均停車使用率較低，而午峰之平均使用率較高，整體呈現凸字型，此表示在晨峰、昏峰時期，使用者大多已離開建築物，而午峰時停車則需求率高。依據建築技術規則施工設計編第 59 條的分類，第三類和第四類建築（如學校、商場、醫院等公共場所）使用最為普遍（詳見表 2-7），即使用者在晨峰、昏峰通常尚未到達或已離開建築物。另一種型態則呈現凹字形，以晨峰、昏峰之平均停車使用率較高，而午峰之平均使用率較低。顯示在晨峰時段，許多車輛離開建築物，而在昏峰時段則有更多車輛進入，因此午峰之停車使用率相對較低。按照建築技術規則施工設計編第 59 條的分類，第二類建築（如社會住宅）之使用最為頻繁（詳見表 2-7），由於這些住宅之停車需求主要集中在下班後，因此上班時間之停車使用率較低。

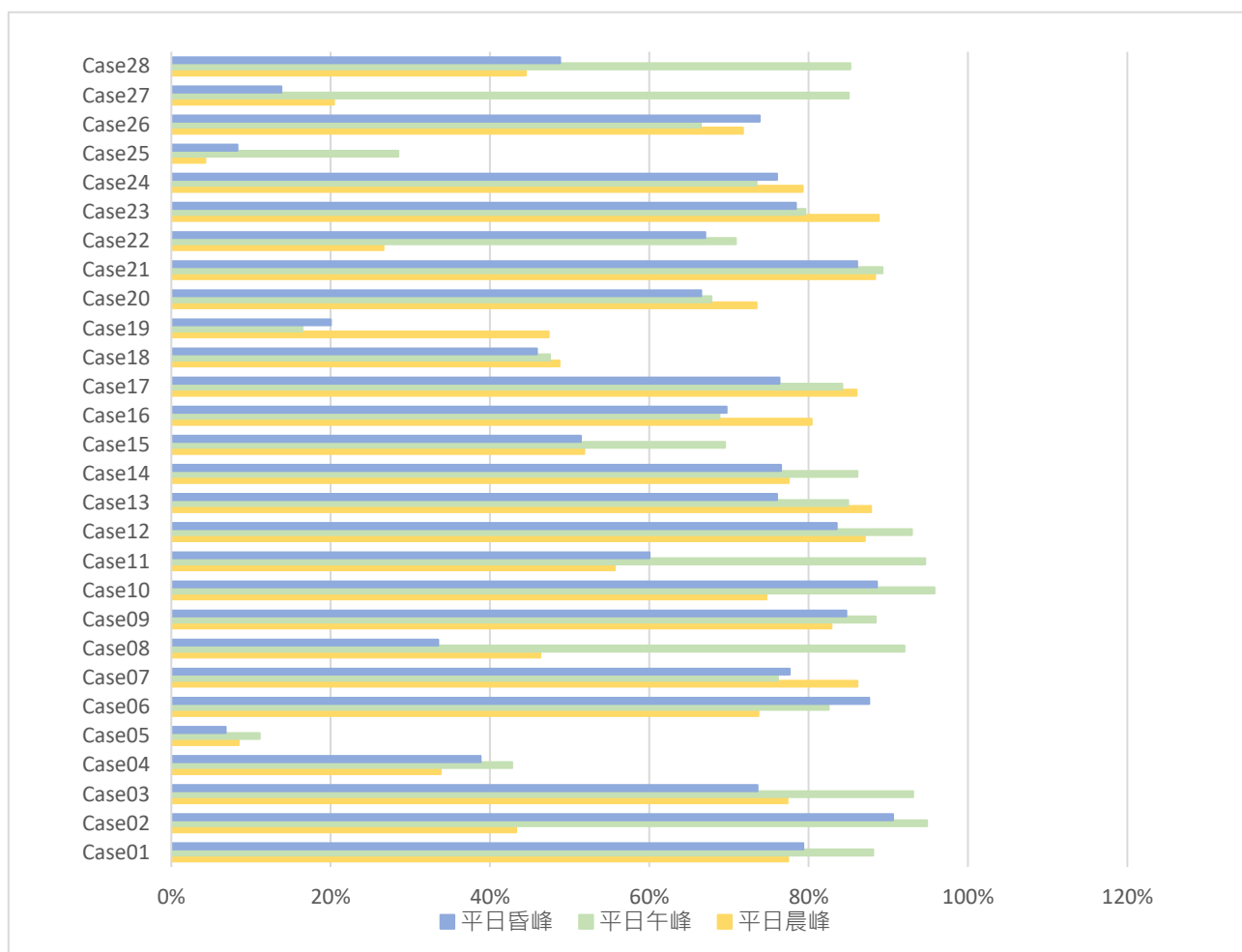


圖 2-2 平日晨峰、午峰、昏峰之平均停車使用率比較圖

(資料來源：本研究繪製)

若單獨分析，各社會住宅平均使用率普遍較高，介於 70%到 90%之間（詳見圖 2-3）。其中，Case6 和 Case22 在假日之平均使用率也相對較高，推測為假日期間運動需求增加；Case2 位於東區商圈，平日和假日之午峰使用率均相當高，但整體平均使用率卻顯著偏低，推測為晚上人流減少，導致使用率大幅下降。此外，Case8 和 Case25 停車場在假日的使用率顯著降低，推測為假日沒有教學及看診服務。而 Case25 和 Case5 內的停車需求則普遍較低，推測為主要滿足校內之停車需求。

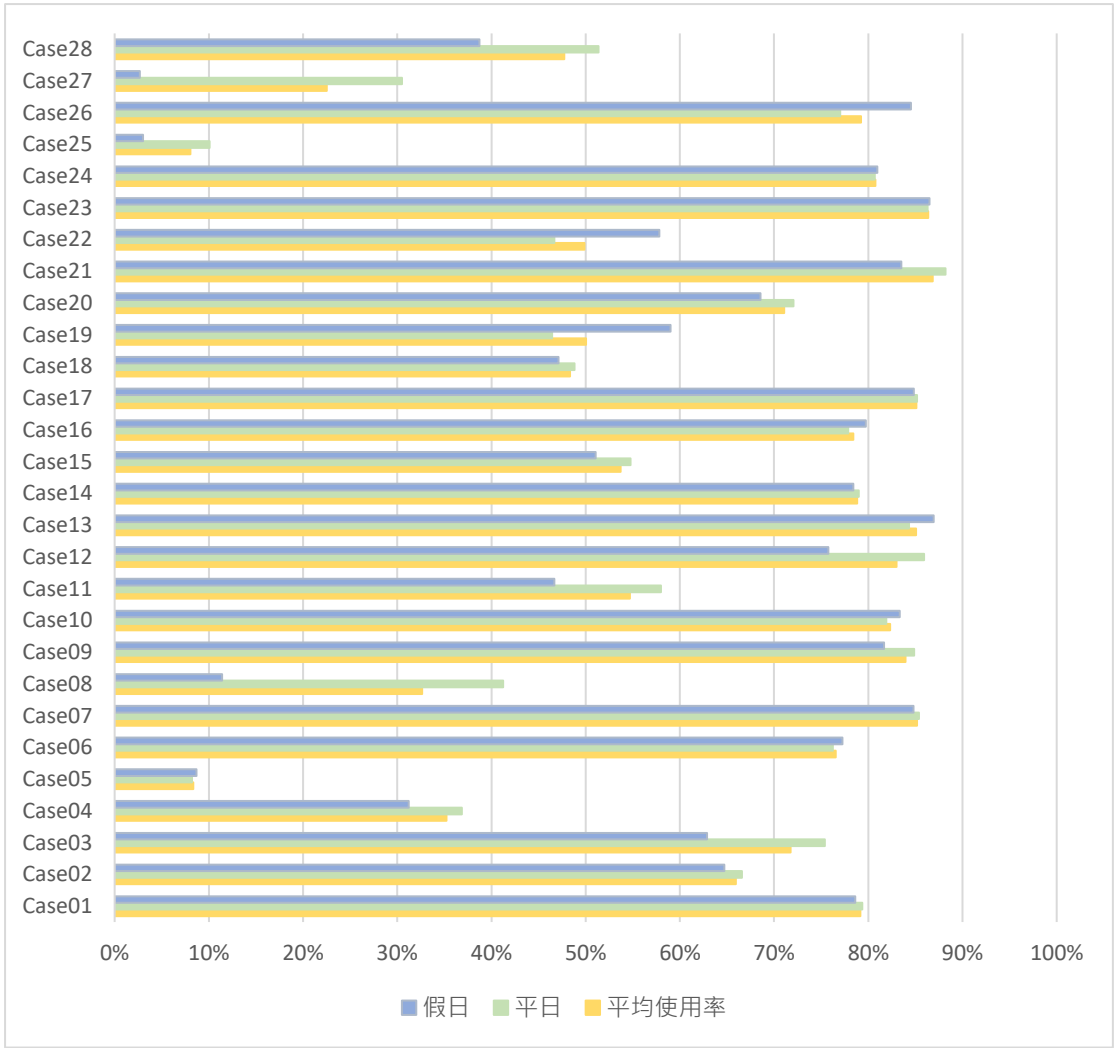


圖 2-3 平均使用率與平（假）日之平均使用率比較圖
(資料來源：本研究繪製)

二、停車服務水準分析

根據表 1-1 中的服務水準分類，A 服務水準顯示停車場之使用率較低，B 服務水準顯示停車場之使用率中等，而 C 服務水準則顯示使用率較高。表 2-9 顯示智慧建築三種服務水準之佔比，由圖 2-4'、表 2-9 可見 Case5 與 Case25 之 A 服務水準比例相當高，表示這些停車場主要服務於教職員工，且供應遠大於需求。此外還有相同情形，如 Case8 及 Case27 停車場，這兩者之 A 服務水準比例均超過 70%，顯示其閒置情況較為嚴重。

相對而言，C 服務水準比例較高之停車場則主要為社會住宅及 Case14，表示這些類型之停車場通常提供月租車位，而汽車在這些停車場停留時間較長。

表 2-9 智慧建築停車場各服務水準

智慧建築名稱	A	B	C
Case1	0%	14%	86%
Case2	0%	55%	45%
Case3	0%	65%	35%
Case4	28%	72%	0%
Case5	97%	3%	0%
Case6	0%	40%	60%
Case7	0%	3%	97%
Case8	70%	6%	24%
Case9	0%	5%	95%
Case10	0%	25%	75%
Case11	11%	62%	27%
Case12	0%	10%	90%
Case13	0%	4%	96%
Case14	0%	6%	94%
Case15	6%	81%	14%
Case16	0%	25%	75%
Case17	0%	5%	95%
Case18	18%	81%	1%
Case19	30%	40%	30%
Case20	0%	45%	55%
Case21	0%	2%	98%
Case22	41%	27%	33%
Case23	0%	3%	97%
Case24	0%	12%	88%
Case25	89%	11%	0%
Case26	0%	26%	74%
Case27	74%	6%	20%
Case28	47%	25%	29%

(資料來源：本研究繪製)

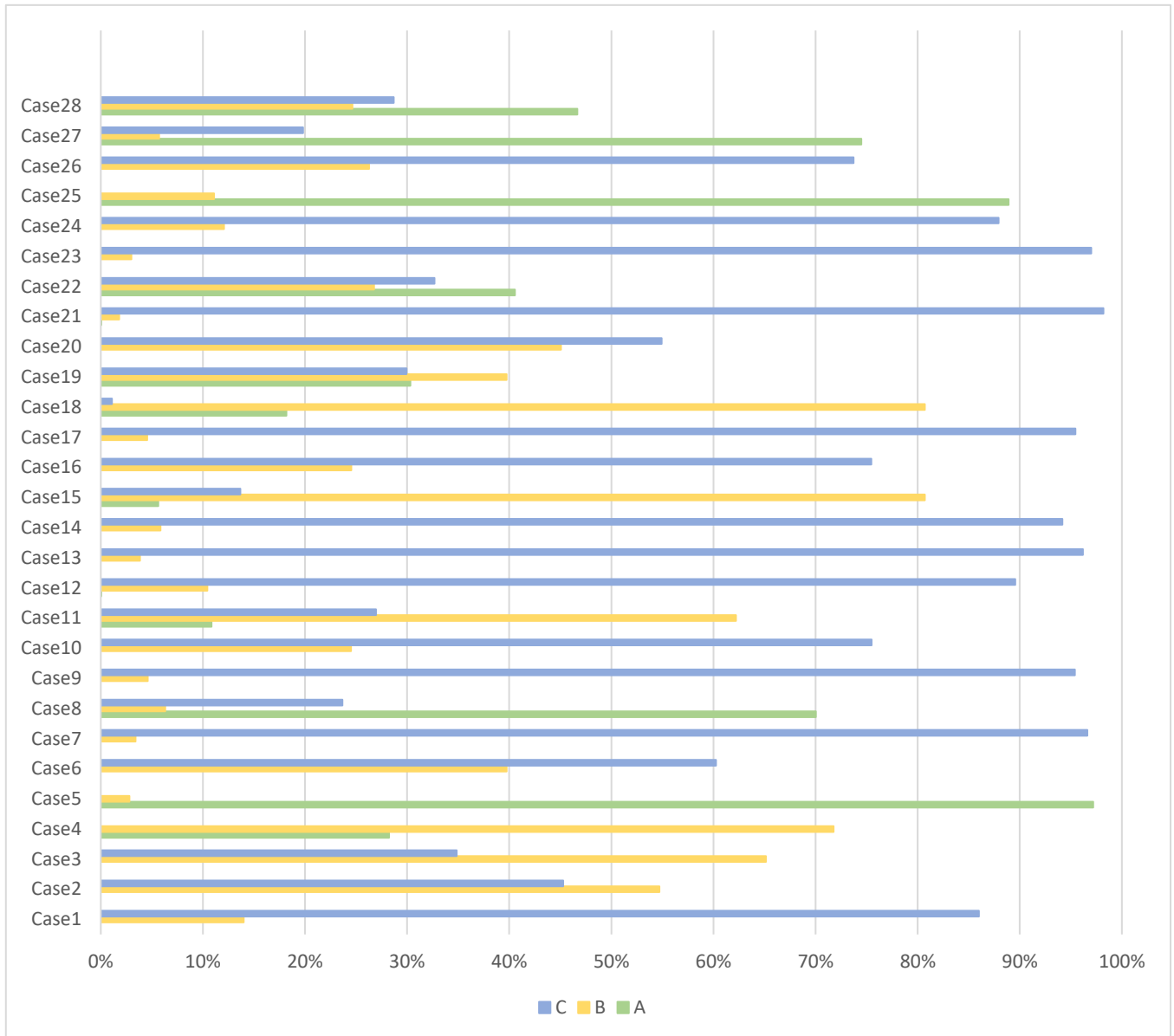


圖 2-4 智慧建築各服務水準佔比圖

(資料來源：本研究繪製)

本研究進一步分析晚上時段閒置之停車場，設定條件為凌晨 0 點至 6 點之間且服務水準為 A 之停車場。如表 2-10 所示，可得知 Case5、Case25、Case8 及 Case27 停車場在此時段 A 服務水準均達到 100%。此外，Case22 及 Case28 樓停車場 A 服務水準比例也相當高。因此，本研究推測這六個停車場目前尚未提供月租服務或周邊夜間之停車需求量不高。

相對而言，本研究分析午峰時段服務水準為 C 之停車場比例，以探討此時段之壅塞情況。如表 2-10 所示，與表 2-9 相比多數社會住宅在午峰時段之 C 服務水準比例相對減少，表示大部分車輛在午峰時段仍會離開社會住宅。而在午峰時段下，Case2、Case6、Case10 以及 Case11 之 C 服務水準比例則大幅上升，表示這些建築在午峰時段之使用率較高。

表 2- 10 智慧建築特定時段之停車服務水準佔比

智慧建築名稱	A 且 0-6 時	C 且 午峰
Case1	0%	96%
Case2	0%	96%
Case3	0%	66%
Case4	19%	0%
Case5	100%	0%
Case6	0%	95%
Case7	0%	96%
Case8	100%	66%
Case9	0%	94%
Case10	0%	100%
Case11	0%	82%
Case12	0%	89%
Case13	0%	98%
Case14	0%	95%
Case15	6%	25%
Case16	0%	32%
Case17	0%	61%
Case18	12%	0%
Case19	0%	0%
Case20	0%	30%
Case21	0%	63%
Case22	98%	62%
Case23	0%	92%
Case24	0%	35%
Case25	100%	0%
Case26	0%	17%
Case27	100%	65%
Case28	76%	66%

(資料來源：本研究整理)

三、使用率折線圖分析

本研究顯示在 2023 年的 2、4、6、9 和 10 月中多數建築之每小時停車使用率折線圖均出現顯著低於平均值的情況（詳見圖 2-5、2-6）。推測這些變化受到連續假期影響，包括春節、清明、端午、中秋和國慶連假，這些假期使得使用率顯著低於其他日期。其中，以 2 月之春節假期尤為明顯。

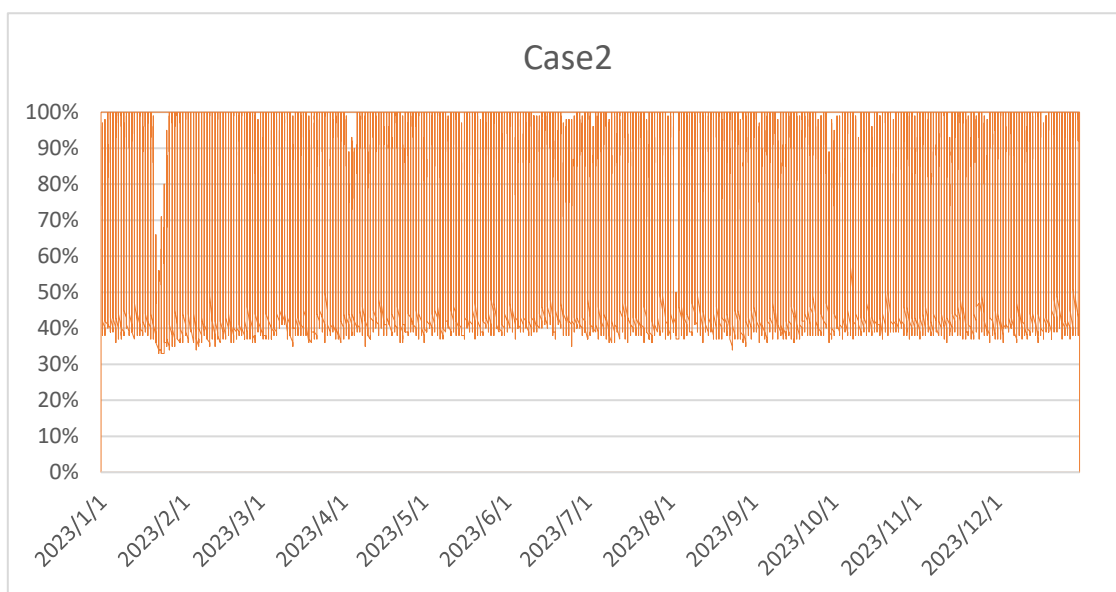


圖 2-5 Case2 2023 每小時停車使用率折線圖

（資料來源：本研究繪製）

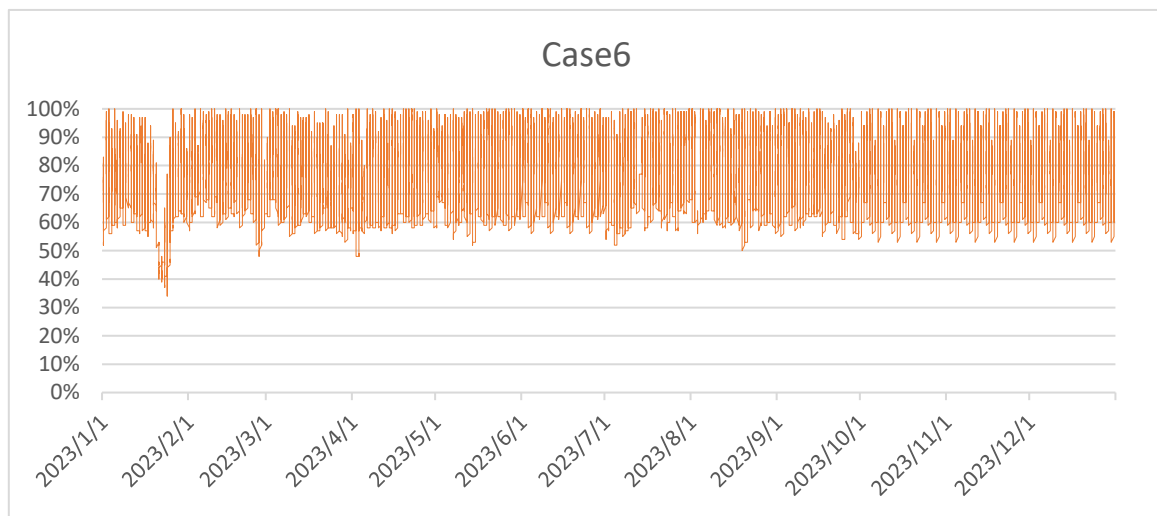


圖 2- 6 Case6 2023 每小時停車使用率折線圖
(資料來源：本研究繪製)

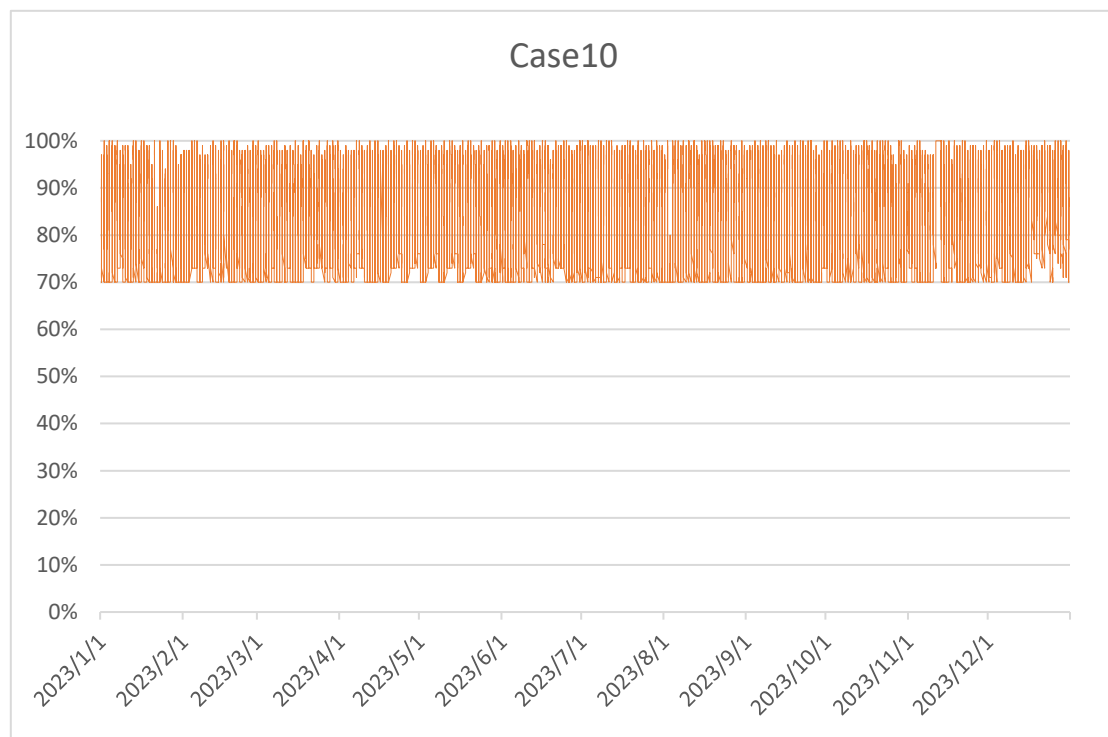


圖 2- 7 Case10 2023 每小時停車使用率折線圖
(資料來源：本研究繪製)

本研究將折線圖走勢大致分為三類。第一類為折線之間縫隙極小，顯示平日與假日之使用率差異不大，且假日仍有高峰之停車使用率，這類案例通常位於商業區或運動中心，如 Case2（圖 2-5）、Case6（圖 2-6）和 Case10（圖 2-7），其停車場高峰與低峰之間差距僅約 40%至 60%。推測在凌晨時段可能為月租車輛停放，而白天之使用率高則與建築物之使用性質有關。

第二類為折線間縫隙差異較大，因此能區分平、假日之使用率，而假日使用率相對較低，代表案例有 Case8（圖 2-8）、Case12（圖 2-9）、Case28（圖 2-11）等。

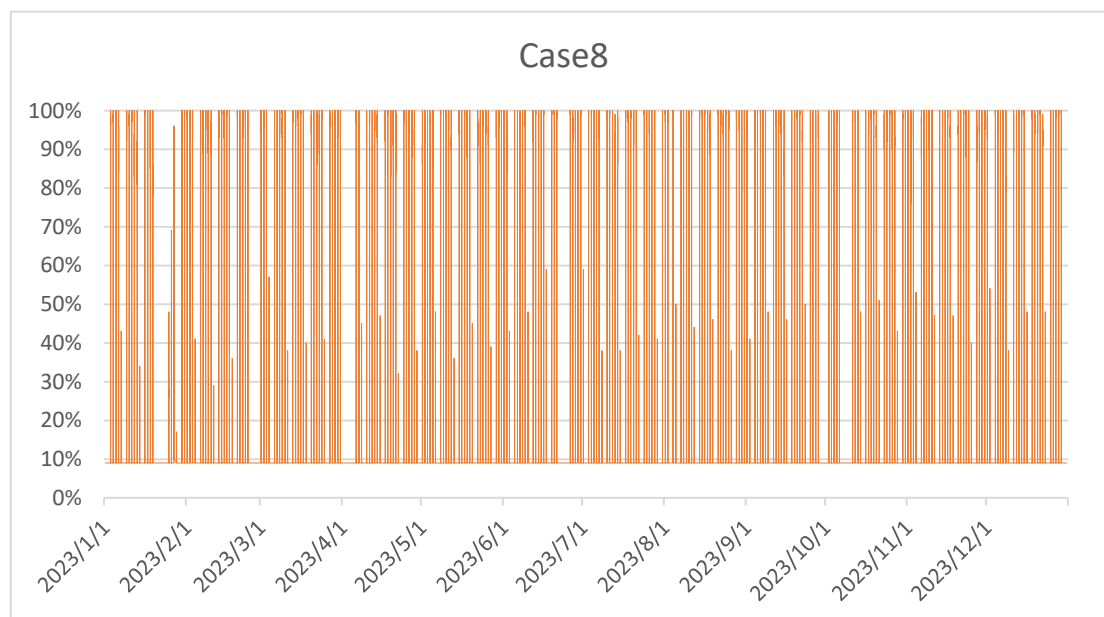


圖 2- 8 Case8 2023 使用率折線圖

（資料來源：本研究繪製）

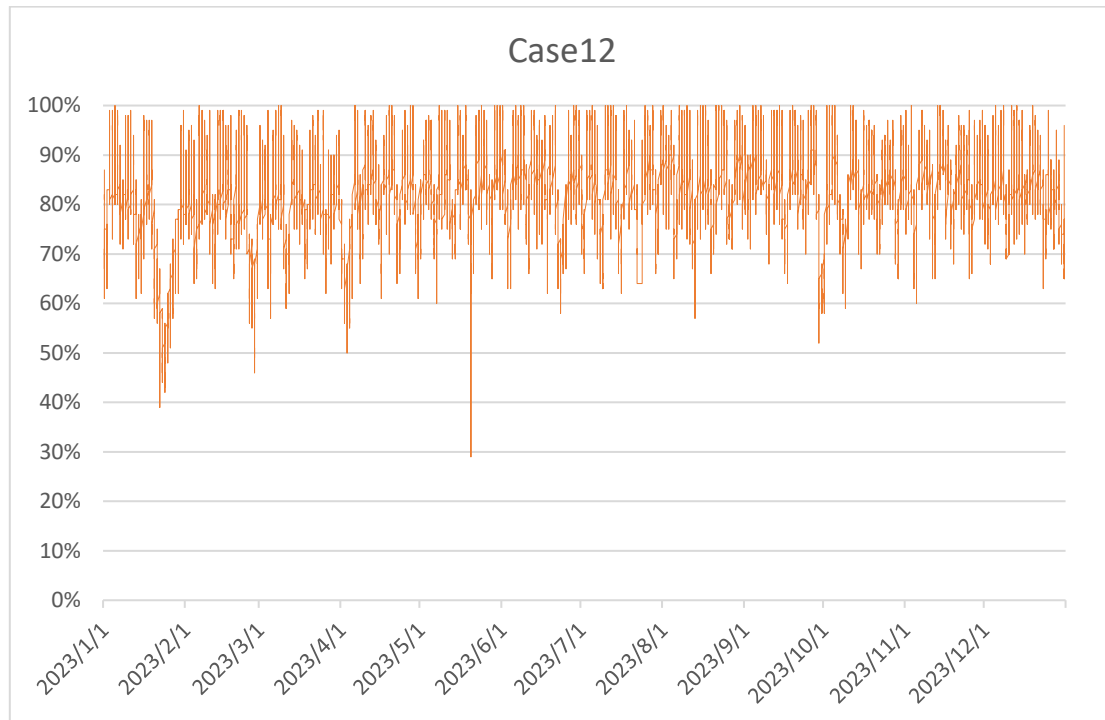


圖 2- 9 Case12 2023 使用率折線圖
(資料來源：本研究繪製)

第三類為折線之間差距大，高峰與低峰之使用率差接近 100%，可顯示閒置與繁忙時刻皆為極端，推測原因為上班時段建築物使用率較為頻繁，產生較大拉力，因此停車使用率上升。此外，若下班時段及假日時段皆未開放月租費率使用，使離峰時段之閒置車位相對缺乏吸引力，則停車使用率接近於 0，代表案例有 Case8 (圖 2-8)、Case22 (圖 2-10)、Case28 (圖 2-11) 等。

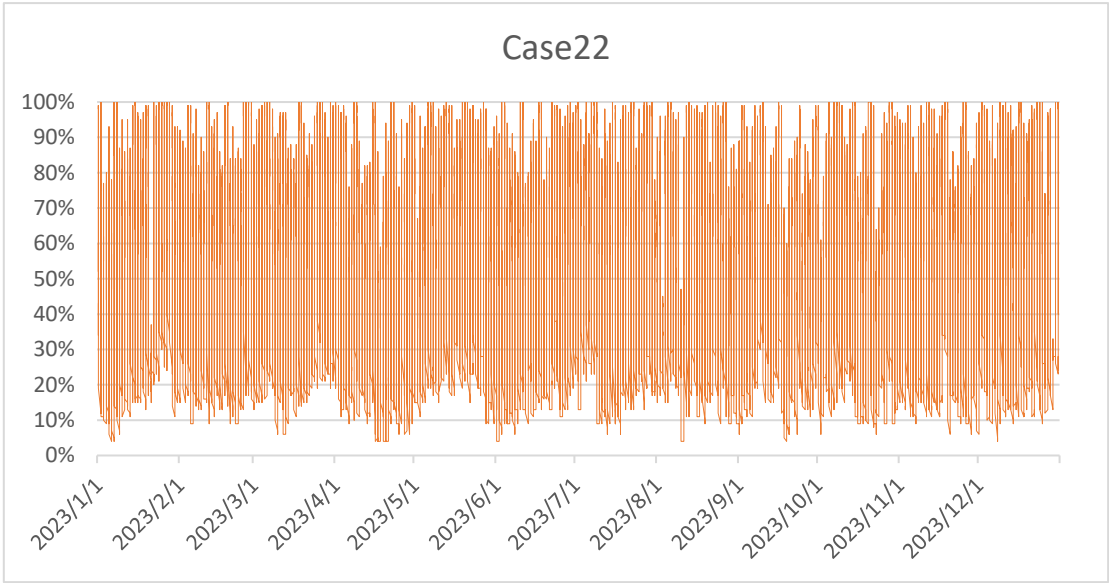


圖 2- 10Case22 2023 使用率折線圖
(資料來源：本研究繪製)

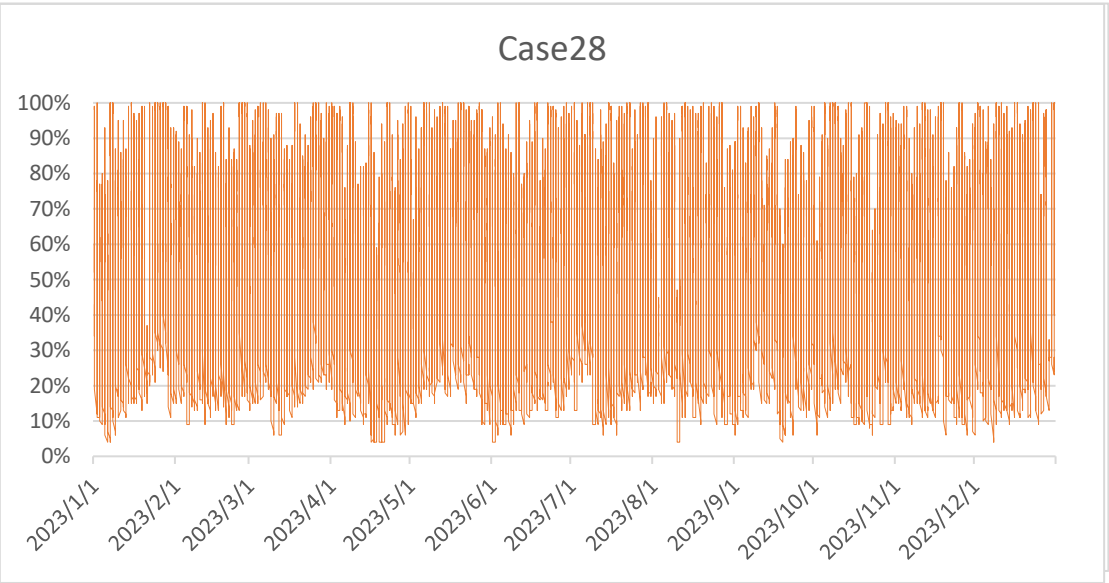


圖 2- 11 Case28 2023 使用率折線圖
(資料來源：本研究繪製)

貳、模型建構

一、推估停車使用率之多元線性迴歸模型

在此階段之樣本數將維持接近 30 個，而每個樣本擁有 8760 筆資料。在資料量充足前提下，以建立可以推估停車使用率之多元線性迴歸模型，此模型結果如下：

以表 2-5 中之停車使用率作為應變數，其餘變數則作為自變數以進行多元線性迴歸分析。首先進行模型演練，隨後進行 VIF（變異數膨脹因子）共線性檢定。若 VIF 值 ≥ 10 ，則顯示自變數之間存在共線性問題。實證結果顯示，自變數「假日」、「行政區」、「建築技術規則分類」、「鄰近住宅使用比例」、「身心障礙比例」、「工商業總家數」及「住宅土地使用」之 VIF 均 ≥ 10 ，顯示存在共線性問題，需考慮移除相關變數或對模型進行調整。

因此，本研究在刪除 VIF 過高之自變數後，再次建立多元線性迴歸模型，其共線性檢定結果如表 2-11，模型結果則見表 2-12。大多數自變數之 p-value 非常小，顯示這些自變數對模型貢獻具有高度顯著性，僅有少數變數在統計上不顯著，例如平日昏峰（ $p = 0.4267$ ）及假日昏峰（ $p = 0.1260$ ）。顯著性水平顯示大多數變數對停車使用率均有顯著影響。而模型的調整後 R 平方值為 45.36%，顯示相對合理的解釋力。

與停車使用率正相關且顯著的自變數包括月租費率、假日費率、平日午峰、假日午峰、降水量、氣溫、鄰近停車位數、鄰近捷運站數、學齡人口數、混合使用住宅及人口密度；負相關且顯著的自變數則包括平日費率、鄰近公車站數、鄰近公共自行車站數、商業土地使用、公共利用土地使用及遊憩利用土地總數。

最後，模型也進行相關檢定以確保其解釋性。首先進行殘差常態性檢

驗，透過 Shapiro-Wilk 常態性檢驗，結果顯示 p 值為 0.9494 則大於 0.05，顯示殘差分布接近正態分布；接著進行異方差性檢驗，結果之 p 值為 0.48856 則大於 0.05，顯示不存在異方差性問題；最後則進行自相關性檢驗，Durbin-Watson 檢驗之 p 值為 0.75 則大於 0.05，表示殘差之間沒有顯著之自相關性。

表 2- 11 多元線性迴歸模型共線性檢定

變數	VIF
月租費率	2.98
車位數	1.20
平日費率	3.37
假日費率	4.81
平日晨峰平均使用率	1.01
平日午峰平均使用率	1.03
平日昏峰平均使用率	1.01
假日午峰平均使用率	1.01
假日昏峰平均使用率	1.00
降雨量	1.00
氣溫	1.04
鄰近停車位數	3.52
老化指數比例	2.02
鄰近公車站數	2.06
鄰近捷運站數	3.11
學齡人口比例	2.90
鄰近公共自行車	1.76
鄰近商業區土地比例	3.20
鄰近混合使用住宅土地比例	2.57
鄰近遊憩使用比例	2.95
鄰近公共使用土地比例	4.03
人口密度	3.51

（資料來源：本研究整理）

表 2- 12 推估停車使用率之多元線性迴歸模型結果

說明變數	Estimate	Std. Error	T value	Pr (> t)	p value<0.1	解釋
截距	8.848	6.688	132.305	2e-16	<0.001	
月租費率	4.067	8.409	48.367	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率正相關
車位數	-3.850	3.897	-98.800	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
平日費率	-1.125	8.124	-138.49	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果相同，說明費率越高停車使用率越低。
假日費率	5.001	1.380	36.247	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果相同，說明可能假日出遊的汽車使用者較多。
平日晨峰平均使用率	-1.109	2.091	-5.305	1.13e-7	<0.001	顯著，平日晨峰停車使用率下降，說明汽車離開建築物。
平日午峰平均使用率	1.178	2.108	55.888	2e-16	<0.001	顯著，平日午峰停車使用率上升。
平日昏峰平均使用率	-1.620	2.091	-0.775	2e-16		
假日午峰平均使用率	2.289	3.226	7.096	2e-16	<0.001	顯著，假日午峰時停車使用率上升。
假日昏峰平均使用率	-4.920	3.218	-1.529	0.12632		
降雨量	8.241	2.978	2.767	0.0056	<0.05	顯著，說明降雨越多，停車使用率增加
氣溫	2.062	8.873	23.237	2e-16	<0.001	顯著，說明氣溫越高，停車使用率增加
鄰近停車位數	2.530	3.488	72.538	2e-16	<0.001	顯著，說明當建成環境之停車位數越多，建築物停車使用率就會增加
老化指數比例	-3.185	2.501	-127.33	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
鄰近公車站數	-4.047	1.424	-28.409	2e-16	<0.001	顯著，鄰近公車站數越多停車率越低，說明該建築所在地人潮多，使

說明變數	Estimate	Std. Error	T value	Pr (> t)	P value<0.1	解釋
						用大眾運輸大於私人運具。
鄰近捷運站數	3.147	4.049	77.725	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果不同，說明捷運站較多之處停車率仍然較高，可能為使用者需要轉運，亦可能是樣本數仍不足夠。
學齡人口數比例	-2.141	1.011	-21.186	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
鄰近公共自行車	-2.035	1.488	-136.76	2e-16	<0.001	顯著，鄰近公共自行車站數越多停車率越低，說明該建築所在地人潮多，使用大眾運輸大於私人運具。
鄰近商業區比例	-7.638	1.374	-55.585	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果不同，說明商業區過於集中停車使用率有可能會減少，亦可能是樣本數仍不足夠，或者受到如費率因素之影響。
鄰近混合使用住宅土地比例	8.735	4.099	21.312	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率正相關
鄰近遊憩使用比例	-3.747	4.273	-8.769	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
鄰近公共使用比例	-1.179	2.982	-39.548	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
人口密度	7.305	3.232	22.601	2e-16	<0.001	顯著，說明人口密度高之地區，停車需求高。
調整後的 R-squared: 0.4361		F-statistic: 7652 on 22 and 217680 DF, p-value: < 2.2e-16				

(資料來源：本研究整理)

參、預測停車服務水準之多類別羅吉斯迴歸模型

承上述迴歸模型基礎上，本研究依據停車服務水準（詳見表 2-1）對停車使用率進行分類。根據文獻回顧，選擇使用多類別羅吉斯迴歸模型及 K 近鄰演算法，將停車服務水準設為應變數，並將其他自變數（如表 2-5）納入分析。在 R Studio 中，利用機器學習的方法建立測試集與訓練集，其中測試集包含所有資料之 20%作為對照組，而訓練集則由 80%資料組成，以作為機器學習之訓練對象。最後，進行比對並生成混淆矩陣，完成對停車服務水準的推估分類。

表 2-13 多類別羅吉斯迴歸模型成果，單位：樣本數

	實際為 A 分類	實際為 B 分類	實際為 C 分類
推估為 A 分類	12045	640	263
推估為 B 分類	2064	4089	4596
推估為 C 分類	2245	1635	15961

（資料來源：本研究整理）

1. 整體準確率 (Accuracy): 0.7556

準確率反映模型推估正確的比例。其中，75.56%準確率顯示，模型在大多數情況下能夠正確地進行分類，但仍然約 24.44%之推估是錯誤的。而對於多類別分類問題且在類別不均衡或數據複雜之情況下，這是一個不錯的結果。

2. 類別 A 的表現

精確率 (Precision): 0.9413

類別 A 的精確率極高，顯示在所有被預測為 A 的樣本中，有

94.13%是正確的。模型對於類別 A 預測非常準確，錯誤比例相當低。

召回率 (Recall): 0.7476

類別 A 的召回率顯示，在實際屬於 A 的樣本中，模型正確識別出 74.76%。此顯示模型有一定比例之推估錯誤。

F1 分數 (F1 Score): 0.8332

類別 A 的 F1 分數為精確率與召回率之調和平均值為 0.8332。這個分數通常被視為相當高，此模型顯示在精確率與召回率之間達到良好的平衡。

3. 類別 B 的表現

精確率 (Precision): 0.3645

類別 B 之精確率較低，僅為 36.45%。顯示在所有被預測為 B 之樣本中，僅 36.45 是正確的。此模型對於類別 B 推估存在較高之誤報率。

召回率 (Recall): 0.5894

類別 B 之召回率為 58.94%，顯示在實際屬於 B 的樣本中，模型能正確識別出 58.94%。此模型對類別 B 存在較高之漏報率。

F1 分數 (F1 Score): 0.4503

類別 B 之 F1 分數為 0.4503，顯示模型在處理這一類別時面臨一定挑戰，需要進一步改進以提升精確率與召回率。

4. 類別 C 的表現

精確率 (Precision): 0.7961

類別 C 的精確率為 79.61%，顯示在所有被預測為 C 樣本中，

79.61%是正確的。這是一個相對較高的精確率，顯示模型對類別 C 之推估誤報率較低。

召回率 (Recall): 0.7676

類別 C 之召回率為 76.76%，顯示在實際屬於 C 之樣本中，模型能正確識別出 76.76%。此模型對類別 C 之推估漏報率較低。

F1 分數 (F1 Score): 0.7816

類別 C 之 F1 分數為 0.7816 為一個相當高的分數，顯示模型在處理類別 C 時，精確率與召回率之間達到了良好的平衡。

5. 模型總結與建議

(1) 總體模型性能：

模型之總體準確率為 75.56%是一個不錯的結果，但仍有進步的空間。尤其在多類別分類問題中，準確率僅為評估模型性能之一項指標，精確率、召回率及 F1 分數提供更全面之性能評估。模型在大多數類別上表現良好，分別為類別 A 和 C，而在類別 B 上仍需改進。針對這些指標，可以進一步優化模型，以提升各類別的推估效果。

(2) 類別 A 的表現：

類別 A 之精確率及 F1 分數均非常高，顯示模型對該類別的推估效果良好。然而，召回率略低於精確率，因此建議在未來的工作中能進一步提升召回率，以確保更多 A 類樣本被正確識別。

(3) 類別 B 的表現：

類別 B 之精確率及 F1 分數較低，顯示模型在該類別的推估上面臨一定挑戰。為了改進模型性能，可以考慮以下方法：

- a.調整模型參數或使用更複雜的模型。
- b.增加類別 B 之訓練數據量。
- c.使用欠採樣或過採樣技術來解決類別不均衡之問題。

(4) 類別 C 的表現：

類別 C 之精確率及 F1 分數均很高，顯示模型在該類別之推估效果良好。未來應該持續維持此優勢，並進一步提升召回率。

肆、推估停車服務水準之 K 近鄰演算法

1. 參數調整：

- (1) K 值的選擇對模型性能至關重要。過小的 K 值可能導致過擬合，過大的 K 值可能導致欠擬合。
- (2) 通常通過交叉驗證方法，評估不同 K 值下模型的性能，選擇在驗證集上表現最好的 K 值。
- (3) 樣本經交叉驗證後，K 等於 5。

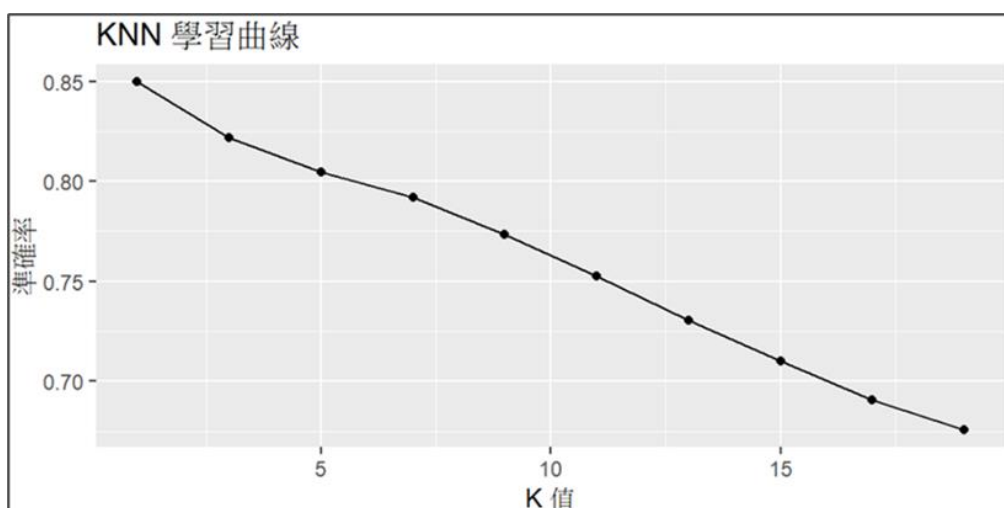


圖 2- 12 K 值參數選擇

（資料來源：本研究繪製）

表 2- 14 K 近鄰演算法模型成果，單位：樣本數

	實際為 A 分類	實際為 B 分類	實際為 C 分類
推估為 A 分類	12489	360	100
推估為 B 分類	563	8523	1663
推估為 C 分類	120	1190	18531

（資料來源：本研究整理）

2. 準確率 (Accuracy):

Accuracy ≈ 0.9275

3. 精確率 (Precision):

Precision for A ≈ 0.9696

Precision for B ≈ 0.7972

Precision for C ≈ 0.9352

4. 召回率 (Recall):

Recall for A ≈ 0.9514

Recall for B ≈ 0.8482

Recall for C ≈ 0.9169

5. F1 分數 (F1 Score):

F1 Score for A ≈ 0.9604

F1 Score for B ≈ 0.8219

F1 Score for C ≈ 0.9260

6. 總體模型性能：

(1) 類別 A 的表現：

精確率: 0.9684，誤報率很低。

召回率: 0.9540，大多數 A 類樣本被正確識別。

F1 分數: 0.9612，推估效果非常好。

(2) 類別 B 的表現：

精確率: 0.8020，誤報率較低。

召回率: 0.8414，漏報率較低。

F1 分數: 0.8212，推估效果良好。

(3) 類別 C 的表現：

精確率: 0.9343，誤報率很低。

召回率: 0.9164，漏報率較低。

F1 分數: 0.9253，推估效果非常好。

7. 模型總結與建議

在構建準確率約 75%之多類別羅吉斯迴歸模型後，本研究持續利用機器學習方法，採用 KNN 模型，將分類推估的準確率提升至 92%。結果顯示出優異之分類效果，特別是在類別 A 及 C 之推估上表現良好。雖然類別 B 的精確率與召回率相對較高，但仍有改進空間，可以考慮進一步調整模型參數或引入更多特徵。此外，本研究亦使用交叉驗證來進一步優化 KNN 模型之參數，如 k 值的選擇，以達到更佳的分類效果。

伍、預測電動汽車停車需求數量

一、資料取得之限制

本研究擬蒐集國內智慧建築案例停車使用率資料，並跨域串接外部數據，應用機器學習技術建立智慧建築物停車需求預測模型，並配合淨零建築政策，預測電動車停車需求數量，在洽詢公私部門之停車管理單位後，均無法取得相關電動車車位之統計資料，儘管部分停車場提供即時的空位顯示資訊，但這些數據僅為即時反映並未形成歷史紀錄，囿於資料蒐集過程中的限制，目前無法取得完整電動車之停車空間資料，缺乏全面且系統性的數據，故無法對電動車之停車空間進行推估、分析。未來可透過政府部門制定相關規範，鼓勵建置並公開電動車車位之停車數據，抑或是加強與停車管理系統廠商以及政府相關部門的合作，建立更完整的電動車停車空間與充電設施數據庫，並針對停車空間供需的影響進行量化分析，提供更具前瞻性的建議。

二、電動車掛牌數量與成長趨勢

根據交通部公路局資料指出，電動汽車掛牌數近年呈現逐年成長，反映出市場對電動車的需求快速攀升，雖趨勢線之預測結果僅供參考，但透過線性、指數、對數、多項式等不同趨勢線推估，未來電動汽車掛牌數均呈現成長趨勢。此外，觀察財政部關務署海關進口統計，近年電動汽車進口值快速成長，近4年平均成長75.3%，112年1-11月進口值1,126億元已超越111年。隨著環保意識提升及燃油價格波動，越來越多的消費者選擇電動車作為主要交通工具，因此，長期來看，電動車成長趨勢將對其停車位之規劃與配置提出更高需求。

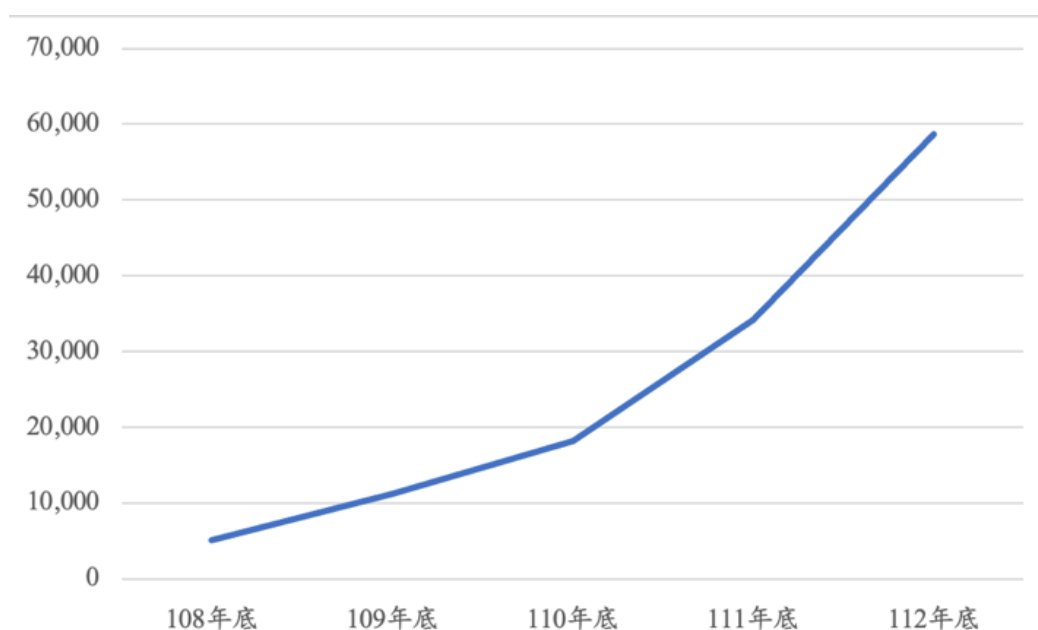


圖 2- 13 電能小客車之登記數量
(資料來源：交通部公路局)(單位：輛)

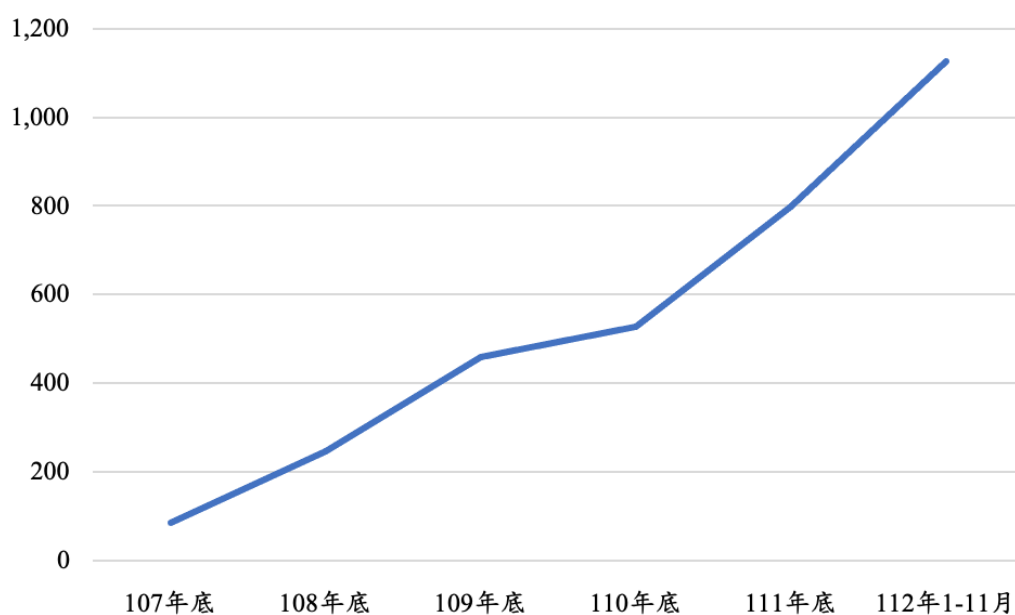


圖 2- 14 電動汽車進口值
(資料來源：經濟部統計處)(單位：億元)

三、電動車車位之相關法令規定

現行法規對於電動車車位之設置已有相關規定，例如：根據《電動汽車充電專用停車位及其充電設施設置管理辦法》¹規定，公有路外公共停車場須設置至少占小型車停車位總數 2%的電動汽車充電專用車位及充電設施，而民營路外公共停車場則需設置至少 1%的充電車位，此外，地方主管機關可根據電動汽車數量的成長和充電設施使用率，公告調整提高這些設置比例。

另外，臺北市停車管理工程處配合行政院「2040 年新售汽車全面電動化」方案及落實低碳永續城市實現，已於路外停車場積極建置電動車充電柱格位（全市公有立體地下停車場提供 193 格電動汽車充電格位），亦鼓勵都更案設置一定比例之電動車充電設備並納入容積獎勵、推動本市後續公宅設置 10%電動車充電設備並要求符合「臺北市推動宜居永續城市環境影響評估審議規範」達環評規模之建築物，汽車停車位亦應有設有 1/3 以上安裝充電系統或預留管線，以健全電動車使用環境。

依《臺北市公寓大廈設置非營利電動車充電設備補助要點》規定，政府提供購置及安裝充電設備補助，減輕設置成本負擔，促進電動車充電基礎設施之建置、使用，並提升充電設施的普及率，滿足未來日益增長的充電需求。近年國內電動汽車掛牌數逐漸成長，根據上述法令規定，透過設置比例要求、補助政策及智慧管理系統等措施，確保在未來電動車市場持

¹電動汽車充電專用停車位及其充電設施設置管理辦法第 2 條：「提供小型車停放之路外公共停車場，應依下列規定設置電動汽車充電專用停車位及其充電設施：1.公有路外公共停車場：依轄區內公有路外停車場之小型車停車位總數，設置百分之二以上。2.民營路外公共停車場：各停車場應設置百分之一以上。前項電動汽車充電專用停車位及其充電設施之設置比例，得由地方主管機關視轄區內電動汽車數量成長情形及充電設施使用率公告調整提高。」

續增長的情況下，能夠提供足夠之中繼充電站點，以滿足其充電需求。

四、電動車車位之未來需求

根據交通部公路局數據顯示，截至 112 年底，自用電動小客車的登記數量約佔所有自用小客車總數的 0.7%，結合現行法規對電動車充電停車位之要求，公有路外停車場需設置至少 2% 的電動車專用車位，短期之內，此規定大致可以滿足當前電動車的停車需求。

然而，隨著電動車市場快速普及，長期來看，現有車位之規劃恐將無法應對日益增加的需求。本研究建議未來在智慧建築的規劃與設計中，可考量增設更多電動車專用車位，以滿足未來電動車車位之數量需求。此外，亦可於路外停車場設定共用充電車位，尤其是在土地資源與停車場空間有限情況下，不同使用者可於不同時間段使用相同之充電設施，提升空間利用效率，並減少過度增加車位所帶來的成本壓力。

目前內政部消防署亦針對自設電動車停車位研議相關法規，並對充電站、充電樁之消防安全標準及相關防火措施進行規範，未來規劃、設置電動車停車位時，也需特別考量安全相關問題，確保其符合消防安全之要求。

第四節 小結

（一）平均使用率分析

本研究探討平日晨峰、午峰、昏峰時段之平均停車使用率，並分別分析兩種主要趨勢：

1. 凸字型趨勢：晨峰、昏峰之停車使用率較低，而午峰之停車使用率則較高。這種趨勢較常出現於學校、商場、醫院等公共場所，推測為使用者於晨峰、昏峰時段尚未到達或已經離開建築物。
2. 凹字型趨勢：晨峰、昏峰之停車使用率較高，而午峰之停車使用率則較低。這種趨勢常出現於社會住宅，推測為居民在上班時間停車需求相對較低。

此外，各個建物之停車使用率也顯示出不同使用特性。例如，社會住宅之停車使用率高達 70%-90%；運動中心則在假日之停車使用率較高；商業區的地下停車場在午峰時之停車使用率較高，但整體使用率卻是較低。

（二）使用率服務水準分析

1. 學校、醫院之 A 服務水準比例較高：主要服務教職員工，供應大於需求，因此醫療機構之停車場閒置比例相對較高。
2. 社會住宅之 C 服務水準比例較高：停車場類型多為月租型，停車時數也相對較長。
3. 晚上時段（凌晨 0 至 6 點）閒置停車場：Case5、Case25、Case8、Case27 停車場、Case22 及 Case28 樓，推測原因為沒有月租型車位

且附近夜間停車需求不高。

4. 午峰時段壅塞之停車場：Case2、Case6、國立臺北護理健康大學爾雅樓、國立臺北護理健康大學學思樓，推測原因為建築用途使午峰時段使用率高。

（三）使用率折線圖分析

研究進一步分析每小時之停車使用率，顯示多數建物在某些月份（如春節、清明、端午、中秋和國慶連假）使用率明顯低於其他月份，推測原因主要是受到連續假期的影響。

折線圖顯示出三種類型的使用率變化：

1. 平日與假日之使用率差距較小：如 Case2 與運動中心，其使用高峰與低峰之間差距僅約 40%-60%。
2. 平日與假日之使用率差距較大：如 Case8 與 Case12，且假日使用率較低。
3. 使用高峰與低峰差距極大：如 Case8 和 Case22，使用高峰與低峰之間差距接近 100%。

（四）模型實證分析

1. 推估停車使用率之多元線性迴歸模型

透過共線性檢定和模型調整後，結果顯示大部分自變數對停車使用率具有顯著影響，模型的解釋力較高，殘差符合正態分佈，且不存

在異方差性和自相關性問題。

2. 推估停車服務水準之多類別羅吉斯迴歸模型、K 近鄰演算法

(1) 多類別羅吉斯迴歸模型

模型整體準確率為 75.56%，且在類別 A 與 C 上表現良好，而在類別 B 上之精確率較低。

(2) K 近鄰演算法

經過參數調整，選擇 K 值選擇為 5，模型之整體準確率達到 92.75%，各類別之精確率與召回率均有所提升，尤其在類別 A 與 C 上較為明顯。

第三章 應用建築物停車需求預測模型進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析

根據本研究案工作項目第二項規定，此章節應選擇至少兩個社會住宅案例，進行建築物自行增設停車位數量的優化決策模擬分析。預測在不同時段，停車位需求可能高於或低於建築法規及都市計畫的規定數量，並評估數量差距及發生機率，探討即時聯網開放閒置停車位的潛在效益，例如減輕周邊公共停車的負擔、促進公共交通的社會貢獻，以及提升社會住宅自償性的可行性。最終根據分析結果，提出停車位數量優化的建議，以供內政部在興建社會住宅時參考。

第一節 文獻回顧

壹、住宅與停車需求

近年來，各國為了減少汽車使用率，鼓勵使用替代的交通工具，將停車空間的設置標準下修，以促進大眾運輸導向之都市發展。針對不同建物之使用型態會有不同的停車需求，國外建築物停車空間設置乃依據不同建物之使用型態訂定不同的停車標準，如住宅類在夜間有固定的停車需求，商辦類建築則是日間有變動的停車需求（邱瓊玉，2005）。

以美國為例，美國建築停車空間設置的標準於各個城市間皆不大相同（邱瓊玉，2005），全國為了因應美國擁有汽車人數下降的趨勢，許多城市開始修改建築法規，例如取消新建物必須附設停車場的規定，允許建商自行根據需求決定規劃停車位的數量。費城於 2012 年減少對市區居民的樓房停車位規定；華盛頓規劃部門於 2013 年向區域規劃委員會建議，應減少地鐵捷運站附近新建築物的停車要求；紐約市 2013 年放寬市中心住宅大樓停車位的限制。目前全球各城

市認為修改新建築關於停車位的規定，可以促進居民進一步利用捷運系統、自行車或是步行，以減低對汽車的依賴，同時還可以大幅降低停車位的興建成本，並減低房地產的價格與租金。Willson（2012）表示沒有強制性的停車位規定，停車費的上漲會降低部分民眾購買汽車的意願。從社會住宅的停車需求角度觀之，陳致堯（2017）在台北市社會住宅區位選址指標一文中提到因社會住宅選址將會與租金連動，租金過高將會產生社會住宅閒置的情況。台北市政府為避免此情形發生，將選址策略調整為優先在沒有捷運的地區興建社會住宅，然後利用公部門資源改善當地的區位環境，或在附近興建捷運，以提高社會住宅的可負擔性。因此目前部分的社會住宅居民還是需要車輛代步，然而未來各地區的若大眾運輸可及性提高，美國對於停車政策的作法可作為提升停車管理的參考。

隨著城市人口快速增加，住房短缺的問題也被凸顯出來。由於住宅乃為人類重要的居住生活空間，因此政府為解決此項議題，實施各種擴大住房供應政策。然而在開發高密度住宅用地的同時，其延伸性停車需求也成了當務之急，無論是當前的停車需求，抑或是對於未來特定時間點停車需求預測也同樣重要。在大多數的住宅中，停車問題經常隨著時間而變得益加嚴重。意即家庭擁車率會隨著時間增長，若最初住宅規劃時沒有設計足夠的停車位，則日後停車數量將無法滿足日後增加的停車需求。為了提前預防上述問題，Park Chan-Don 與 Ha Jae-Myung（2004）針對韓國大邱市住宅區之停車需求進行相關研究。此研究指出，由於法定停車場設置標準無法及時反映停車需求的增加，因此將隨著時間推移出現停車供給數量不足的狀況。此外，透過住戶數、停車位數、擁有車輛數以及平均每戶擁車數計算停車需求，藉此進行六個案例之住宅停車需求研究。結果顯示幾乎所有住宅大樓的停車需求都超過停車的供給。另外，由停車行為調查發現，住宅周邊的違規停車現象在各地區皆普遍存在，不僅影響居住及環境品質，還會導致交通擁堵。此研究建議面對停車需求之問題，應針

對不同地區建立停車需求預測模型，準確預測住宅所需之停車量，從而制定更有效的決策以解決相關問題。

貳、旅運行為與住宅停車需求

多年來各國政府已習慣要求開發商在新建住宅時提供最低數量的停車位，這項政策旨在防止停車溢出到街道上，並滿足住宅的停車需求。然而隨著時間推移，大眾開始意識到這一政策可能會補貼私人車輛的使用成本，從而促使人們更多地依賴汽車，進而導致污染、城市擴張和住宅價格影響等問題。為了鼓勵民眾減少開車並多搭乘大眾交通，一些交通便利的城市開始減少新建住宅時所須提供的停車位數量，例如舊金山實施的停車位上限政策，將最低停車位要求轉變為對停車位數量的上限管制（Alyssa B. Sherman，2017）。

在停車位數量對旅運行為的影響方面，Rocco Pendola 等人（2005）發現，沒有停車位的住宅區居民相比於有停車位的居民，開車的頻率較低。此研究觀察在住戶與車位比例 1：1 的開發項目中，81.5%的居民擁有汽車，其中 50%居民開車上班，70.4%的居民開車出門辦事；而在住戶與車位比例低於 1:1 的項目中，僅有 46.7%的居民擁有汽車，其中 26.7%的人開車上班，42.9%的人開車外出。最後，對住戶與車位比例為 0.14:1 的交通便利社區進行觀察後發現，其車輛使用頻率最高，這表明停車位的供給會影響交通出行的次數。

Alyssa B. Sherman（2017）通過研究指出，住宅停車位的設置與民眾的旅運方式選擇存在相關性。住在實施停車最大限額的地區的居民，相比於住在未實施此政策的地區，每天使用車輛的次數較少，從而使用自行車的次數更多。該研究認為，在靠近市中心的密集地區實施住宅停車最大限額或取消最小限額的政策，可以鼓勵民眾減少私人運具的使用，促進搭乘大眾交通或步行出行。未來相關研究應針對實施停車最大限額的地區與最小限額的地區進行更詳細的比較，這將有助於停車政策的制定與規劃。

參、各國停車需求改善方法

停車問題為國內外各個城市在交通發展過程中面臨的挑戰。儘管各地面對的問題及解決的辦法不盡相同，但皆希望可使用更有效的解決方法以創造更好的居住環境及生活，以下整理各國針對停車數量控管所實施的政策：

依據台灣《停車場法》第二十條規定「在交通密集地區，供公眾使用之建築物，達一定規模足以產生大量停車需求時，得先由地方主管機關會商當地主管建築機關及都市計畫主管機關公告，列為應實施交通影響評估之建築物。新建或改建前項實施交通影響評估之建築物，起造人應依建築法令先申請預為審查。起造人依前項規定申請預為審查時，主管建築機關應交由地方主管機關先進行交通影響評估，就有關停車空間需求、停車場出入口動線及其他要求等事項，詳為審核。建築物交通影響評估準則，由交通部會同內政部定之。」以社會住宅之停車需求的角度觀之，興建社會住宅勢必引進一定規模之居住人口，產生停車需求，因此透過交通影響評估不但可以減少對環境的衝擊，亦可舒緩交通擁擠情形。

在歐洲，許多國家則採取措施限制民眾購買汽車，並鼓勵使用共享汽車以緩解交通擁堵。例如德國政府要求購買汽車必須提供車位證明，以確保車輛擁有合法的停車空間；法國自 2001 年起大幅提高停車費用，以此增加民眾使用車輛的成本，此外法國政府亦規定於交通尖峰期時，汽車空車上路將會是罰款對象，利用此政策來減少民眾使用汽車的次數，降低交通阻塞的問題。

香港透過發展公共交通，減少私人運具的使用並調整停車政策。《香港交通政策白皮書》中所研議出的停車管理策略包括提高公共交通的可及性、有效性及實施停車換乘計畫，以提高大眾搭乘公共交通的吸引力，並透過停車位數量的限制來控制汽車的增長量，且每隔三年便對停車需求進行調整。另依日本政府規定，購買汽車時必須檢具停車位證明，且為避免違停情形，在道路相對寬

闊、車流量較小的路段設置臨時性的收費停車位，白天車位停車時間不得超過 1 小時，晚間始全面開放停車位。新加坡政府要求在興建公寓住宅時，須興建一定數量之停車位，且須保證住戶人數與車位數量的比例超過 1:1，以此解決停車場的不足，並防止停車佔道的情況。美國政府利用大多數商場都會自帶停車位的觀點，在商場打烊後，將這些停車空位出租給附近需要停車的居民，且規定於早上商場營業前須移走汽車，從而充分利用未使用的土地。

肆、小結

綜上所述，目前國內外對於住宅區的停車需求議題，文獻中提到家庭的擁車率隨著時間的推移增加，但停車數量卻沒有彈性增加以滿足日益增長的停車需求。在高密度的住宅區，因停車位有限導致供不應求的情形，部分國家透過興建大眾運輸設施減少私人運具使用的次數，緩解停車需求的問題，另外也有國家透過停車費的提高，或是規定購買汽車需附上擁有合法停車位的證明，以減少都市內汽車的數量，進一步創造更舒適的生活環境。

第二節 停車需求問卷調查

在文獻回顧過後，本研究採用問卷調查法蒐集相關資料，作為應用智慧建築停車需求預測模型的前置準備，藉此深入了解社會住宅附設停車場的使用狀況及居民的停車需求。問卷旨在探討因興建社會住宅引入的人口對交通、停車需求及居住品質的影響，並提供後續停車位數量規劃與停車管理之參考依據。

壹、問卷調查設計

一、問卷設計

本研究以文獻回顧之變數作為問卷設計之基礎，透過四大面向來了解社會住宅及周邊居民的停車需求，此四面項分別為「運具使用偏好」、「使用認知」、「使用感受」及「社會經濟背景」。

在「運具使用偏好」層面旨在了解受訪者之運具選擇、現有的汽車數量、停車位數量，以及實際與未來的停車需求；「使用認知」部分，則著重探討受訪者對於社會住宅之停車設備之重視程度，包含停車數量之劃設、充電樁設置數量及安全管理設施等方面；「使用感受」層面則針對民眾對於社會住宅之整體交通規劃及停車政策之滿意程度進行調查。因目前社會住宅之停車政策係開放予所有民眾共同申請社會住宅停車位，尤其在目前開放社會大眾申請社會住宅停車位的情況下，評估現有的停車政策與交通規劃是否能有效滿足居民的需求；「社會經濟背景」層面主要探討民眾擁車與否之影響因素，配合前述文獻回顧所提，如家庭所得、家庭人口數及樓地

板面積皆為影響民眾停車需求之變數，因此將其列為問卷調查之中。

二、研究對象與執行方式

（一）研究對象

本研究調查對象條件之一為「臺北市社會住宅住戶及社會住宅周邊居民」，目前臺北市本身興建共計有 30 處社會住宅，扣除未附設停車位之社會住宅剩餘 17 處。在考量執行成本、可接觸受訪者數量及填寫問卷之便利性等情況下，本研究係以 Survey Cake 網站進行問卷製作，主要採用網路問卷方式進行調查，於各大網路社團及社會住宅群組進行發送，詳細問卷請見附錄一。

（二）問卷樣本回收與結果

本研究共計發放 326 份問卷，並將「問卷填寫一樣答案」及「問題回答有缺漏者」等情形視為無效問卷。在扣除掉無效問卷後，最終收回之有效問卷數量為 306 份，有效問卷回收率為 93.5%。根據 Ben-Akiva (1976) 等學者研究指出欲建立二元羅吉特迴歸模型，應至少具備 300-400 個本數，其結果與預測值始具有一定水準。

貳、問卷調查統計分析

一、填答者所在或鄰近之社會住宅

從表 3-1 可知，本研究的問卷主要針對台北市的社會住宅進行調查。除了主要透過網路平台發放問卷外，研究團隊也在臺北市大同區的 Case1、內湖區的 Case4 及南港區的 Case21，請管理員協助問卷發放。統計結果顯示這三處社會住宅的填答比例明顯高於其他地區。其中 Case1 總計回收 48 份問卷，佔總數的 15.6%；Case21 共回收 33 份，佔 10.7%；Case4 共回收 29 份，佔 9.4%。整體而言，問卷填答者中約有七成為社會住宅的承租戶，這使得本研究能更深入了解住戶對現有社會住宅停車場規劃與使用的感受。

表 3-1 問卷調查之填答者所在或鄰近之社會住宅統計表

填答者所在或鄰近之社會住宅	計數	百分比
Case29 (台北市文山區)	10	3.2%
Case23 (台北市文山區)	12	3.9%
Case12、Case13 (台北市松山區)	13	4.2%
Case23 (台北市萬華區)	14	4.5%
Case30 (台北市南港區)	28	9.1%
Case26 (台北市文山區)	18	5.8%
Case1 (台北市大同區)	48	15.6%
Case3 (台北市內湖區)	15	4.9%
Case31 (台北市南港區)	4	1.3%
Case9 (台北市北投區)	1	0.3%
Case16 (台北市信義區)	12	7.5%
Case17 (台北市信義區)	11	3.5%
Case4 (台北市內湖區)	29	9.4%
Case21 (台北市南港區)	33	10.7%
Case32 (台北市士林區)	14	4.5%
Case24 (台北市萬華區)	15	4.9%
Case33 (台北市大同區)	0	0.0%
其他社會住宅	7	2.2%
總計	306	100%

(資料來源：本研究繪製)

二、平時主要使用之交通工具

有關填答者平時主要使用之交通工具統計分析中，由下表 3-2 可知，最多人使用的交通工具為機車，其次為步行方式，第三為捷運。而使用汽車的人數占比 40.8%，相比機車及大眾運輸使用程度略低，而選擇其他交通工具的填答者係使用共享汽車或共享機車作為平時使用的交通工具。

表 3-2 問卷調查之平時主要使用交通工具統計表

使用之交通工具	步行	機車	汽車	腳踏車	捷運	公車	計程車	其他
件數	139	183	125	47	138	114	16	4
百分比(%)	45.4	59.8	40.8	15.3	45.3	37.2	5.2	1.3

（資料來源：本研究繪製）

三、目前家中擁有之汽車數量

根據表 3-3 的統計分析，填答者家中擁有汽車的數量分布如下：無汽車者共 111 位，佔比 36.2%；擁有一輛車的有 164 位，佔比 53.6%；擁有兩輛車的為 21 位，佔比 6.8%；擁有三輛車的有 5 位，佔比 1.6%；擁有四輛和五輛車的各有 2 位，佔比 0.6%；而擁有五輛車以上的則有 1 位，佔比 0.3%。從這些數據可看出，大多數受訪者家中擁有一輛汽車，約佔調查總數的一半以上。

表 3-3 問卷調查之目前家中擁有汽車數量統計表

擁有之汽車數(台)	0	1	2	3	4	5	5 以上	總計
件數	111	164	21	5	2	2	1	306
百分比(%)	36.2	53.6	6.8	1.6	0.6	0.6	0.3	100

（資料來源：本研究繪製）

四、目前於社會住宅擁有之汽車格數量

關於填答者在社會住宅所擁有之汽車格數量統計分析中，由下表 3-4 可知，社會住宅住戶及周邊居民於社會住宅中未有停車位超過 5 成，合計 204 位，佔比 66.6%；擁有 2 格停車位的合計 4 位，佔比 32.0%；而根據統計，社會住宅中擁有 3 格及 3 格以上的停車位的民眾合計為 0。

表 3-4 問卷調查之目前於社會住宅擁有之汽車格數量統計表

社會住宅中擁有之汽車格數	0	1	2	3	3 以上	總計
計數	204	98	4	0	0	306
百分比(%)	66.6	32.0	1.3	0.0	0.0	100.00

(資料來源：本研究繪製)

五、目前社會住宅及周邊所規劃之停車數量是否足夠

下表 3-5 為目前社會住宅中及周邊所規劃之停車數量是否足夠之統計分析，合計有 137 位填答者認為現有規劃之停車數量足夠，佔比 44.7%；另 169 位填答者認為目前規劃之停車數量不足，其佔比 55.2%。調查結果得知，有超過一半的填答者皆認為目前之停車數量需要再增加以滿足住戶的需求。

表 3-5 問卷調查之社會住宅及周邊所規劃停車數量是否足夠統計表

停車數量是否足夠	足夠	不足夠	總計
計數	137	169	306
百分比(%)	44.7	55.2	100

(資料來源：本研究繪製)

六、未來是否有更多停車需求

下表 3-6 為未來是否會有更多停車需求之統計分析，其中合計 171 位填答者認為未來自身將會有更多的停車需求，佔比 55.8%，而另外 135 位填答者則認為未來不會再有更多的停車需求。由調查結果可知，半數以上填答者認為未來會有更多停車位的需求，因此社會住宅之未來停車預測分析相當必要。

表 3-6 問卷調查之未來是否有更多停車需求統計表

未來是否有更多停車需求	是	否	總計
計數	171	135	306
百分比(%)	55.8	44.1	100

(資料來源：本研究繪製)

七、於尖峰時段找尋停車位所花的時間

下表 3-7 係關於在尖峰時段找尋停車位所花費的時間統計分析，目前有固定停車位的填答者合計 115 位，佔比 37.5%，為整份問卷最多，代表不須花時間找尋停車位；其次時間段為 5-10 分鐘，共 66 位填答者，佔比 21.5%；11-20 分共計 44 位，佔比 14.3%；20 分鐘以上共計 42 位，佔比 13.7%；而尋找時間在 5 分鐘以內者最少，共計 39 位，佔比 12.7%。

表 3-7 問卷調查之於尖峰時段找尋停車位所花的時間統計表

找尋停車位之時間 (分鐘)	0(有固定車位)	<5	5-10	11-20	>20	總計
計數	115	39	66	44	42	306
百分比(%)	37.5	12.7	21.5	14.3	13.7	100

(資料來源：本研究繪製)

八、社會住宅周邊交通條件之同意程度

本研究欲了解社會住宅住戶及附近居民對於目前的交通環境感受及同意程度，問卷調查共設計 6 題。設計及填答分數係依照李克特五點量表，透過順序（Ordinal）變項以區別強烈程度，「非常同意」為 5 分、「同意」為 4 分、「普通」為 3 分、「不同意」為 2 分、「非常不同意」為 1 分。由下表 3-8 可知，平均分數區間大致落在 3.05-3.86 分。其中最高分的交通條件為「社會住宅距離大眾運輸之可及性良好」，平均 3.86 分，代表填答者對於目前社會住宅設置地點距離捷運站或是公車站可行性良好，可以降低未來購車的意願；其次為第二高分——「是否同意目前所收取的停車費用合理」，平均 3.40 分；第三高分為「是否同意在找尋社會住宅周邊停車位，所花費的時間是可以接受」，平均 3.11 分。透過社會住宅周邊交通條件之同意程度分析，可知悉目前社會住宅周邊的整體交通條件狀況，並針對分數較低的條件進行改善，如調查結果顯示「社會住宅周邊之停車格劃設數量」分數較其他項目低，因此關於未來停車格數量的評估及規劃應該更為謹慎。

表 3-8 社會住宅周邊交通條件之同意程度統計表

社會住宅周邊交通條件之同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	平均分數
是否同意社會住宅與大眾運輸的距離及可及性良好	110	93	66	23	14	3.86
是否同意社會住宅周邊的停車格位劃設數量足夠	47	67	80	78	34	3.04
是否同意社會住宅周邊車輛違規停放情形嚴重	21	78	122	67	18	3.05
是否同意在找尋社會住宅周邊停車位，所花費的時間是可以接受	30	78	114	65	19	3.11
是否同意目前所收取的停車費用合理	49	106	89	43	19	3.40
是否同意您所在的社會住宅，在尖峰時間交通順暢	30	94	98	61	23	3.15

（資料來源：本研究繪製）

九、對於社會住宅停車政策之同意程度

本研究欲藉由社會住宅居民及周邊民眾之填答狀況，了解民眾對於目前的停車規範之同意程度。問卷設計關於社會住宅停車政策之同意程度共有 5 題，並事先說明目前社會住宅之停車政策係依臺北市政府都市發展局規定，「提供給所有民眾共同申請，並以抽籤方式獲得社會住宅停車資格」。此部分之問卷設計亦透過李克特五點量表進行。由下表 3-9 可知，綜合平均分數大致落在 3.15-4.27 分之間，其中最高分的政策項目為「是否同意保留一定比例或更多停車位給社會住宅居民」，平均 4.27 分，有超過一半比例之填答者認為目前社會住宅之停車政策無法保障社會住宅住戶之停車權利，另外關於問卷中之敘述性題目「社會住宅應保留多少比例的汽車停車位給社宅住戶」的回答，經統計分析後，大多數填答者認為應保留多於一半以上之比例的汽車停車位給社會住宅居民。其次第二高分為「是否同意政府實施買車自備停車位之政策，以緩解臺北市汽車數量」，平均 3.5 分；第三高分為「是否同意政府將社會住宅停車場開放給周邊民眾共同使用」，平均 3.36 分。藉由社會住宅停車政策之同意程度分析，可知目前社會住宅之停車政策在停車位數量提供上，應設法提供自身居民更多保障。

表 3-9 對於社會住宅停車政策之同意程度統計表

社會住宅停車政策之同意程度	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意	平均分數
是否同意目前社會住宅停車政策可以滿足您的停車需求	39	98	81	60	28	3.20
是否同意政府將社會住宅停車場開放給周邊民眾共同使用	58	102	62	59	25	3.36
是否同意社會住宅停車場開放給周邊民眾使用時，非社宅住戶之進出將影響居住上的安全	60	97	76	52	21	3.15
是否同意保留一定比例或更多停車位給社會住宅居民	148	113	29	11	5	4.27
是否同意政府實施買車自備停車位之政策，以緩解臺北市汽車數量	77	97	57	52	23	3.50

(資料來源：本研究繪製)

十、社會住宅及周邊停車位設置之整體滿意度

在社會住宅及周邊停車位設置之整體滿意度方面，分為「社會住宅」停車位設置之滿意度及社會住宅「周邊」停車位設置之滿意度進行調查。本研究欲藉由停車位設置之滿意程度，判斷目前社會住宅及周邊停車規劃是否滿足填答者之停車需求。此部分之問卷設計亦透過李克特五點量表進行。由下表 3-10 可知，「社會住宅」停車位設置之整體滿意度綜合平均分數為 3.23，社會住宅「周邊」停車位設置之整體滿意度平均分數為 2.99，兩問項以「普通」為最多填答比例，佔整體調查比例之 40%，其中「社會住宅」停車位設置之滿意度高於社會住宅「周邊」停車位設置之滿意度。

表 3- 10 社會住宅及周邊停車位設置之整體滿意度

社會住宅及周邊停車位設置之整體滿意度	非常滿意	滿意	普通	不滿意	非常不滿意	平均分數
「社會住宅」停車位設置	32	87	128	38	21	3.23
社會住宅「周邊」停車位設置	16	80	120	68	19	2.99

(資料來源：本研究繪製)

參、小結

根據本研究問卷調查結果，85.2%的受訪者同意社會住宅停車場應保留一定比例或更多的停車位給予社會住宅承租戶。目前台北市政府都市發展局關於社會住宅停車政策的規定，開放給所有民眾共同申請，並以抽籤方式分配停車資格。從調查結果來看，現行停車政策未能充分滿足社會住宅住戶的停車需求。

此外，本研究透過問卷中的敘述性題目「社會住宅應保留多少比例的汽車停車位給社會住宅住戶」進行統計分析，結果顯示大多數受訪者認為應保留超過一半的停車位給社會住宅承租戶。本研究認為，鑒於部分社會住宅位於人口密集地區，面對停車位短缺問題時，若能保障一定比例的停車位專供社會住宅住戶使用，不僅可以有效緩解停車壓力，還能減少因路邊停車和停車場擁擠所引發的交通及安全隱患問題。

第三節 建築物自行增設停車位數量優化決策模擬分析

本研究選定台北市兩個社會住宅—Case21 與 Case13 的停車數據，應用 K 近鄰演算法（KNN）進行停車需求的預測，以利停車位數量優化決策模擬分析。首先，從台北市政府停車管理工程處取得 2023 年全年每日每小時的停車數據，包括停車位數量、車輛進出狀況等，對數據進行整理與標準化處理，以確保資料的完整性和一致性。接著，通過交叉驗證法確定 KNN 模型中的最佳 K 值，並對停車服務水準進行分類預測。最後，藉由模型的準確率評估停車供需情況，分析高峰時段的停車位供應不足問題，並提出建議與意見。

壹、選定社會住宅之背景說明

一、Case21

Case21 位於台北市南港區，基地面積約 9,007 平方公尺，興建地上 10 層與地下 3 層的建築，共計 341 戶。設有 224 個法定停車位，另有 13 個自設停車位，總計 237 個停車位。同時，方圓 500 公尺內的鄰近停車格數量為 1,077 個。基地位於南港區，臨近台北市重要的公共建設與產業設施，包括台北流行音樂中心、南港軟體園區、南港展覽館及國家生技產業園區等，構成完整的產業發展帶，吸引大量住戶與上班族，進一步增強對住宅和停車設施的需求。

二、Case13

Case13 位於臺北市松山區，基地面積合計 1,961.63 平方公尺，興建地上 16 層、地下 3 層，共計 507 戶。Case13 設置 141 個法定停車位，並設置 7 個自設停車位，總計 148 個停車位。方圓 500 公尺內鄰近停車格數量為 936 格。基地周圍有多所學校，包括健康國小、西松國小及西松高中，並擁

有便捷的交通網絡，生活機能完善，方便居民的日常生活與通勤。

貳、平均停車率與服務水準之比較

本研究將停車需求根據服務水準劃分為 L 級與 H 級，L 級代表低於法定停車數量，表示停車供給大於停車需求；H 級，代表高於法定停車數量，表示停車需求大於停車供給。考量周邊的天氣因素及跨域數據，並找尋有 H 級服務水準（即停車需求大於停車供給）之社宅案例，最終以 Case21 和 Case13 的停車數據作為分析目標。

由表 3-11 可以得知 Case21，法定停車位為 224 個，自行設置 13 個，共有 237 個停車位；而 Case13，法定停車位為 141 個，自行設置 7 個，共有 148 個停車位。此外，表 3-12 平均停車率為該時段的停車需求量除以實設停車位，而法定平均停車率為停車需求量除以法定設停車位。可以得知，Case21 的平均停車率為 86%，表示在日常使用中，86% 的停車位是被使用的。表示 Case21 的停車位有較高的利用率，但仍有 14% 的停車位處於閒置狀態；而 Case13 的平均停車率為 85%，顯示其停車位有類似的高使用率，僅 15% 的停車位未被使用。兩者之平均停車率都為較高之使用率。

而若僅看法定平均停車率（不包含自設停車位），停車需求量與法定停車數量之間的比例。根據表 3-12 的數據，Case21 與 Case13 的法定平均停車率均已超過 90%，表示在不計算自設停車位的情況下，停車位供應已接近飽和。因此，在本研究所選社會住宅之案例中，法定停車位供可能並不能完全滿足需求時段的停車需求，尤其是在高需求的時段，可能出現服務水準 H 的情形，即出現法定停車位數量供給不足的情形。

表 3- 11 法定停車位與自設停車位之數量

比較	Case21	Case13
法定停車位	224	141
自設停車位	13	7
實設停車位	237	148

(資料來源：本研究繪製)

表 3- 12 平均停車率與法定平均停車率之比較

比較	Case21	Case13
平均停車率	86%	85%
法定平均停車率	91%	90%

(資料來源：本研究繪製)

由表 3-13 可以得知 Case21 的服務水準，89%的時間停車需求低於法定停車數量（L 級），11%的時間停車需求高於法定停車數量（H 級）；Case13 的服務水準，94%的時間停車需求低於法定停車數量（L 級），只有 6%的時間高於法定停車數量（H 級）。表示 Case21 及 Case13，在大多數時間內停車需求是低於法定停車數量，但仍存在少數時段停車供給不足的情形，特別是 Case21 的 H 級時段比例相對較高。

表 3- 13 服務水準之比較

服務水準	Case21	Case13
L（低於法定停車位）	89%	94%
H（高於法定停車位）	11%	6%

(資料來源：本研究繪製)

參、停車需求預測模型分析

本節欲探討停車位供應不足的時段，透過相同資料背景，利用機器學習 KNN 模型方法進行預測，分析停車供應的狀況，並預測停車位不足的機率，因此以討論 Case21 及 Case13H 級服務水準的情況，提供政策調整及停車管理之參考。

一、Case21

(一) 服務水準 H 級之分布

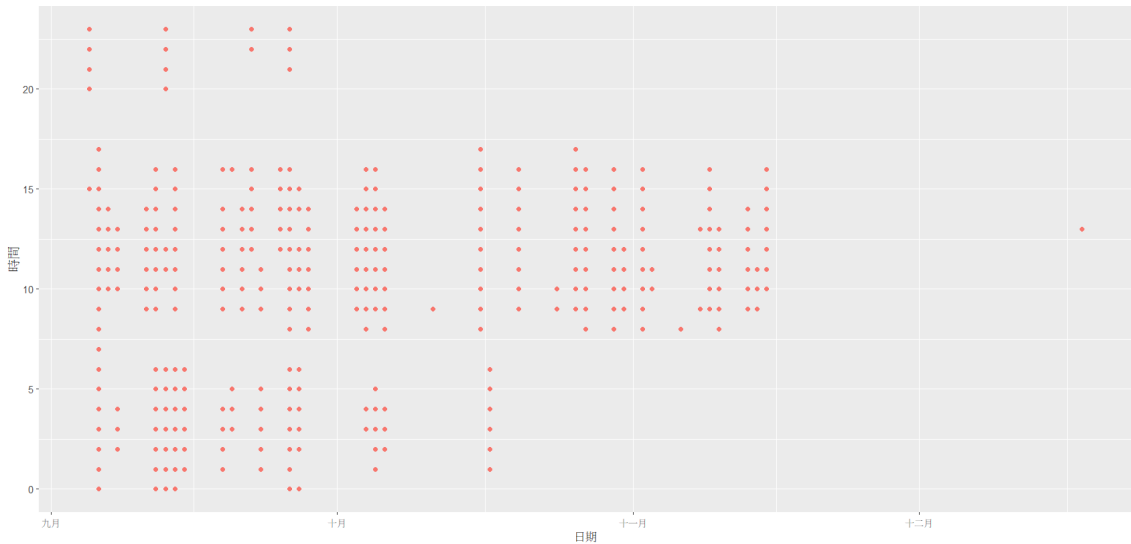


圖 3- 1 Case21 服務水準 H 級之分布

(資料來源：本研究繪製)

由圖 3-1 可以得知，Y 軸為每日時段 (0-24)，X 軸為每日 (2023 年)，服務水準 H 級的時段多位於早上 9 點至下午 4 點，凌晨時段 (0-6) 亦偶有服務水準 H 級之情形。表示無論白天、晚上都有法定停車位供給不足之情形，然白天情況較明顯。

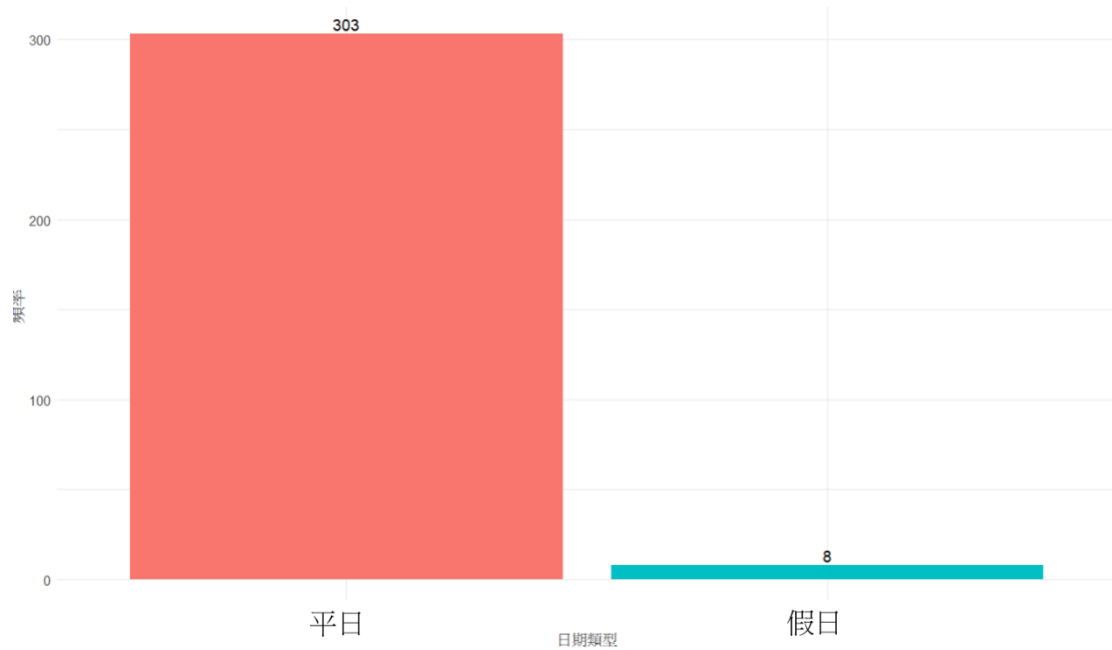


圖 3-2 Case21 平日與假日服務水準 H 級之分布

(資料來源：本研究繪製)

由圖 3-2 得知，Y 軸為發生法定停車供給不足（服務水準 H）之頻率，X 軸為平日與假日，Case21 平日有法定停車位供給不足之情形。

(二) K 近鄰演算法 (KNN) 模型應用

停車數據被匯入 KNN 模型後，經過交叉驗證 (cross-validation) 得到 K 值為 4，即當 K=4 時，模型的準確率最高 (如圖 3-3)。而模型的預測準確率為 95%，這代表模型在大部分情況下可以正確預測停車位的供給狀況。

模型正確預測 492 個 L 類樣本 (代表法定停車位充足) 和 43 個 H 類樣本 (代表法定停車位不足)。而將 19 個 B 類樣本錯誤分類為 L (即停車位不足卻預測為充足)，並將 9 個 L 類樣本分類為 H (即停車位充足卻預測為不足)，如表 3-14。表示 KNN 模型大部分情況下都能正確預測停車供給是否足夠，但仍有少部分錯誤分類的情況。

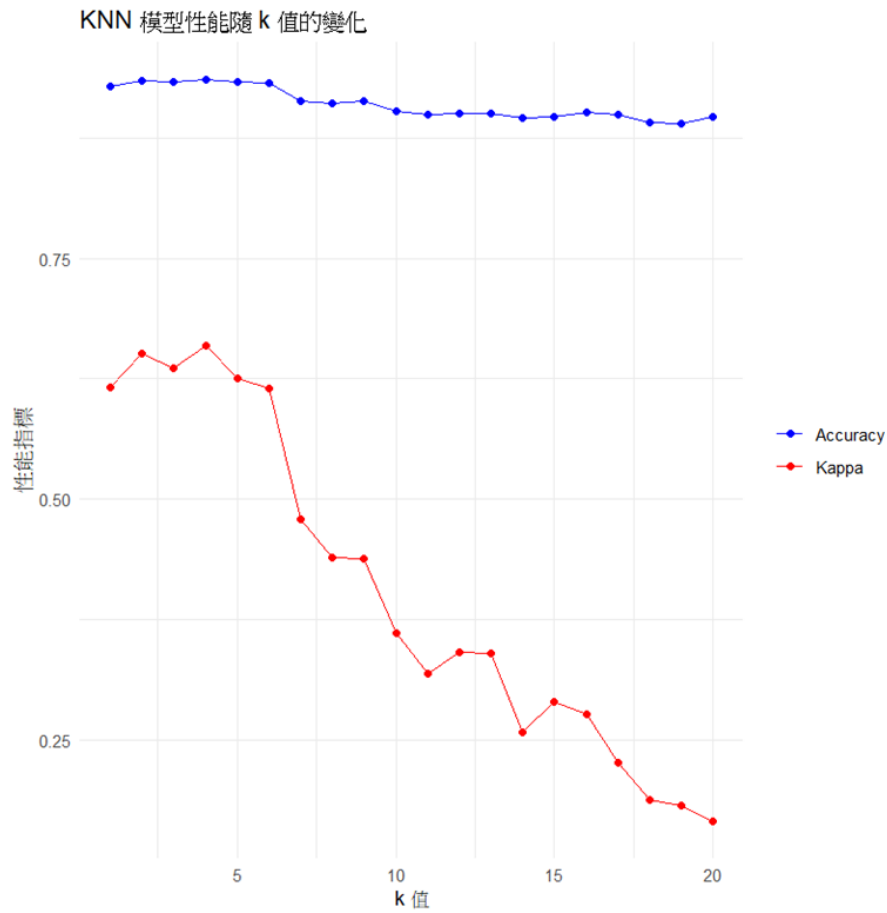


圖 3- 3 Case21 KNN 模型的預測結果
(資料來源：本研究繪製)

表 3- 14 Case21 模型在不同樣本間的錯誤分類情況

	預測為 L	預測為 H
實際為 L	492	19
實際為 H	9	43

(資料來源：本研究繪製)

(三) Case21 之實證結果分析

假設為平日且其餘跨域數據背景一樣，模擬分析不同時段停車供應不

足的機率，計算方式如表 3-15。

1. 法定停車位供應不足的總體機率：

平日單一小時為服務水準 H 的機率為 15.1%，代表在平日的某個小時內出現法定停車供應不足的機率。

2. 特定時段法定停車位的停車供應不足機率：

(1) 平日早上 9 點至下午 4 點：這段時間的停車需求高，服務水準為 H 佔所有平日服務水準為 H 的比例為 60.7%。顯示白天停車供應不足的現象較為明顯。

(2) 平日凌晨 0 點至早上 6 點：服務水準為 H 佔平日服務水準為 B 的比例為 21.5%。凌晨時段停車需求較少，停車供應不足的機率相對較低。

表 3- 15 Case21 計算機率之方式

發生時段	服務水準 B 機率/比例	備註
平日單一小時為服務水準 H 的機率。	$303/2003=15.1\%$	303(小時)為平日服務水準為 H 的小時數。 2003(小時)為平日的總小時數。
平日早上 9 點至下午 4 點服務水準為 H 佔所有平日服務水準為 H 的比例。	$184/303=60.7\%$	184(小時)為平日早上 9 點至下午 4 點服務水準為 H 之總小時數。 303(小時)為平日服務水準為 H 的小時數。
平日早上 0 點至 6 點服務水準為 H 佔平日服務水準為 H 的比例。	$65/303=21.5\%$	65(小時)為平日早上 0 點至 6 點服務水準為 B 之總小時數。 303(小時)為平日服務水準為 H 的小時數。
註：因取得之 Case21 停車資料時間從 9/5 下午一點至 12/31 晚上十二點，中間共有 2003 個小時為平日		

(資料來源：本研究繪製)

綜合上述，Case21 的停車供應情況中，法定平均停車率為 90%，停車位使用率相對高。在平日單位小時內，服務水準 B 級時段的機率為 15.1%，服務水準 H 發生在平日白天（早上 9 點至下午 4 點）佔所有服務水準 H 級時數約為 60.7%，這段時間停車供應不足的現象較為明顯。而在凌晨（0 點至 6 點），停車位不足的情況較低，機率為 21.5%。

二、Case13

（一）服務水準 H 級之分布



圖 3- 4 Case13 服務水準 H 級之分布
（資料來源：本研究繪製）

由圖 3-4 可以得知，Y 軸為每日時段（0-24），X 軸為每日（2023 年），服務水準 H 級的時段多位於早上 7 點至下午 1 點，表示這段時間停車需求較高，白天有法定停車位供給不足之情形。

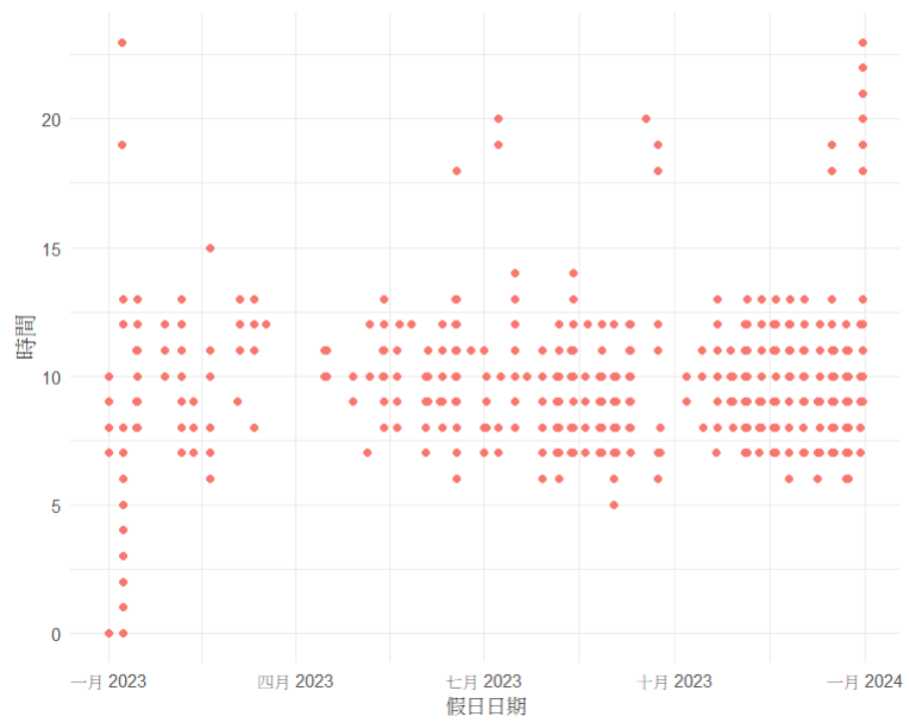


圖 3- 5 Case13 服務水準 H 級在假日之分布
(資料來源：本研究繪製)

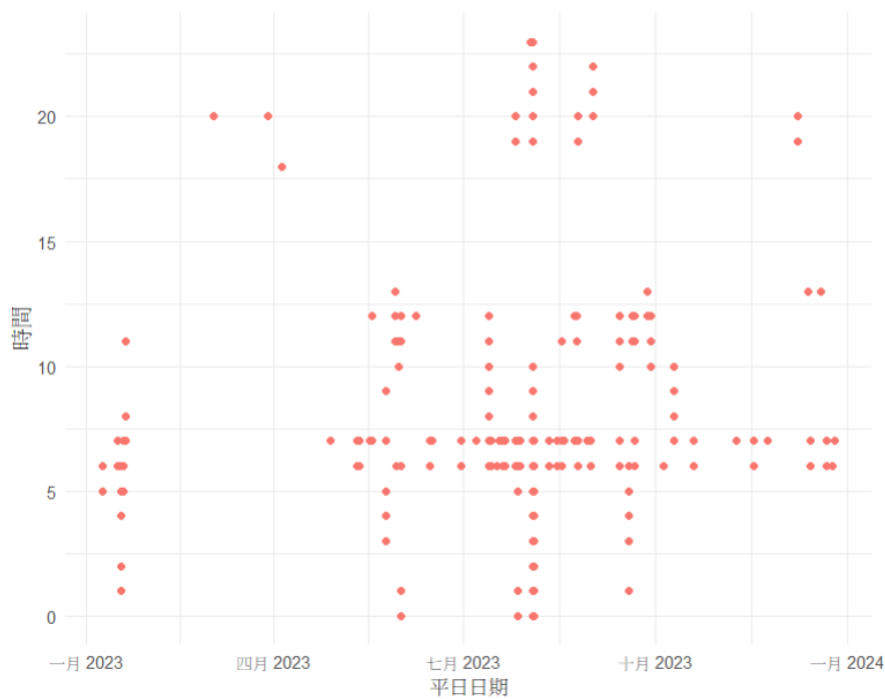


圖 3- 6 Case13 服務水準 H 級在平日之分布
(資料來源：本研究繪製)

由圖 3-5 可以得知，假日停車量超過法定停車位之時段，集中於早上 7 點至下午 1 點。而圖 3-6 可以得知，平日停車量超過法定停車位之時段集中於早上 7 點至 8 點。在假日，Case13 出現停車供應不足情況的時間範圍較廣，尤其是在早上至中午時段，供應不足現象更加明顯。而平日的供應不足狀況較為集中，但時間範圍較窄，主要發生在早上。

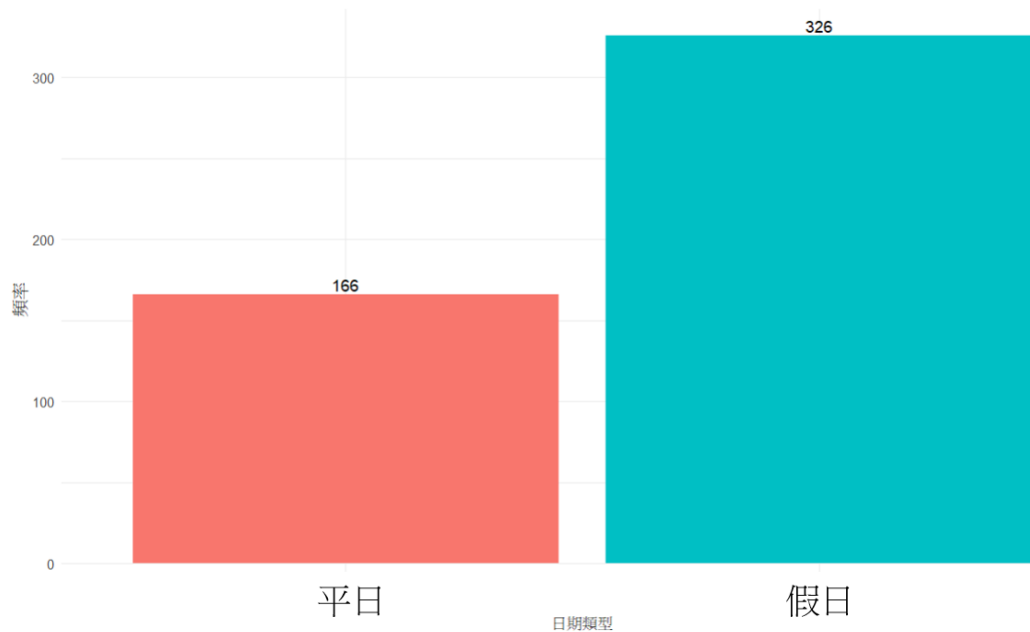


圖 3- 7 Case13 平日與假日服務水準 H 級之分布
(資料來源：本研究繪製)

由圖 3-7 可以得知，Y 軸為發生法定停車供給不足（服務水準 H）之時段，Case13 假日法定停車位供給不足之情形高於平日。

(二) K 近鄰演算法 (KNN) 模型應用

將 Case13 的停車數據輸入 KNN 模型進行預測分析。經過交叉驗證，最佳的 K 值為 7，這意味著在 K=7 時，模型的預測結果最準確，如圖 3-8。模型的預測準確率為 94.4%，表示大部分情況下模型能準確預測停車供應

狀況。

模型正確預測了 1640 個 L 類樣本（代表法定停車位充足）和 13 個 H 類樣本（代表法定停車位不足）。模型將 85 個 H 類樣本錯誤分類為 L（即停車位不足卻預測為充足），並將 13 個 L 類樣本錯誤分類為 H（即停車位充足卻預測為不足），如表 3-16。表示 KNN 模型大部分情況下都能正確預測停車供給是否足夠，但仍有少部分錯誤分類的情況。

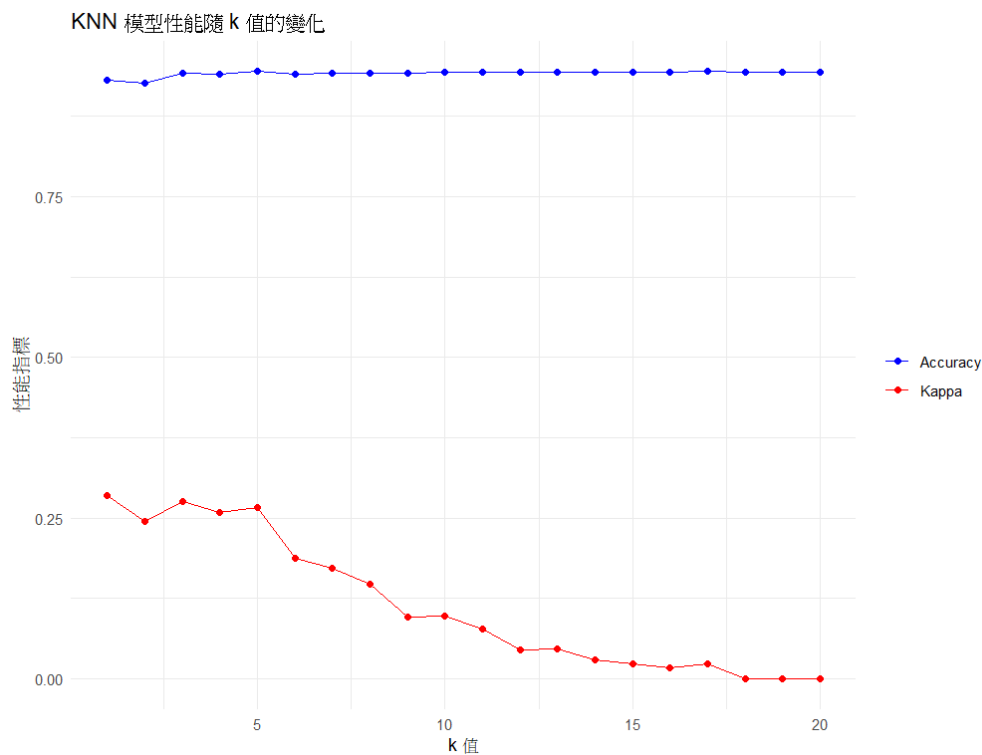


圖 3- 8 Case13 KNN 模型的預測結果

（資料來源：本研究繪製）

表 3- 16 Case13 模型在不同樣本間的錯誤分類情況

	預測為 L	預測為 H
實際為 L	1640	85
實際為 H	13	13

（資料來源：本研究繪製）

(三) Case13 之實證結果分析

假設其餘跨域數據背景一樣，模擬分析不同時段停車供應不足的機率，計算方式如，表 3-17。

1.假設為假日且其餘跨域數據背景一樣，停車供應不足的機率：

(1) 在假日單一小時為服務水準 H 的機率為 12.2%。針對整個假日期間，在任何一小時內可能發生停車位供應不足的情況，表示在一年的假日時段中，大約 12.2%的時段會出現停車供應不足的情況。

(2) 假日早上 7 點至下午 1 點，服務水準為 H 佔假日服務水準為 B 的比例為 82.8%。在假日期間，停車供應不足的情況集中在早上 7 點到下午 1 點之間，這段時間的供應不足機率為 82.8%。表示假日的早上 7 點至下午 1 點停車位需求量較大，供應不足的情況尤為明顯。

2.假設為平日且其餘跨域數據背景一樣，停車供應不足的機率：

(1) 平日單一小時為服務水準 H 的機率為 2.7%。相對於假日，平日的供應不足情況較少見。表示在平日的單一小時內，約有 2.7%的機率會發生停車供應不足的情況。

表 3- 17 Case13 計算機率之方式

發生時段	服務水準 B 機率/比例	備註
假日單一小時為服務水準 H 的機率。	$326/2520=12.2\%$	326 (小時) 為 2023 年假日服務水準為 H 之總小時數。 2520 (小時) 為假日之總小時數。
假日早上 7 點至下午 1 點服務水準為 H 佔假日服務水準為 H 的比例。	$270/326=82.8\%$	270 (小時) 為假日早上 7 點至下午 1 點發生服務水準 H 之總小時數。 326 (小時) 為假日服務水準為 H 之總小時數。
平日單一小時為服務水準 H 的機率。	$166/6240=2.7\%$	166 (小時) 為平日服務水準為 H 之總小時數。 6240 (小時) 為平日之總小時數。
註：Case13 資料時間為 2023 年一整年，共有 2520 個小時為假日，6240 個小時為平日		

(資料來源：本研究繪製)

綜合上述，Case13 的停車供應情況中，法定平均停車率為 91%，停車位使用率較高。在假日單一小時內，服務水準 H 的機率為 12.2%，而發生在早上 7 點至下午 1 點佔所有服務水準 H 級時數的機率為 82.8%。在平日單一小時內，服務水準 B 的機率為 2.7%，主要發生在早上 7 點至 8 點。

參、小結

Case21 與 Case13 平均停車率高於法定停車位的時段較為少數，比例分別為 11% 及 6%。而 KNN 模型在本研究中的應用效果顯著，準確率達到約 95%，表示能夠準確預測停車需求的服務水準。Case21 在平日的服務水準 H 機率為 15.1%，但發生在白天（早上 9 點至下午 4 點）時段為所有服務水準 H 的 60.7%。Case13 服務水準 B 級主要集中在假日（12.2%），但假日發生在早上 7 點至下午 1 點的機率佔所有服務水準 H 時段的 82.8%。Case21 的停車需求高峰是平日白天，Case13 的高峰時段則是在假日白天，皆反映都市中居民之出行模式與停車需求的變化特性。

第四節 模擬分析將閒置停車位數量即時聯網開放加值應用之效益

壹、減輕建築基地周圍公共停車負擔

Case21 服務水準 H 級集中於平日白天，機率為 15.1%；Case13 服務水準 H 級集中於假日白天，機率為 12.2%；除上述時段仍有餘裕提供車位與周邊使用，本研究建議可透過以下方式減輕建築基地周圍停車負擔：

一、建立即時停車資訊平台

1. 整合資訊：將建築物內的閒置停車位資訊、周邊公共停車場的剩餘車位數、即時路況等數據整合到一個統一的平台。
2. 使用者介面：設計友善的使用者介面，讓駕駛人能快速查詢到附近的可用停車位，並提供導航功能。

二、智慧停車管理系統

1. 車位導引：利用車牌辨識、感應器等技術，即時掌握車位使用狀況，並提供車位導引服務。
2. 分區管理：將停車場分區管理，根據不同時段調整停車費率，提高停車位的周轉率。
3. 無障礙停車位優先：優先保障身心障礙者的停車需求，設置足夠的無障礙停車位。

三、獎勵機制

1. 優惠方案：對提早預約或長期租用停車位的使用者提供優惠，鼓勵使用者提前規劃停車。
2. 共享經濟模式：鼓勵車主將閒置車位出租，並提供合理的租金收益。
3. 綠色停車獎勵：對使用電動車或節能車的使用者提供額外的優惠或獎

勵，提倡綠色交通。

四、提高社會住宅自償性之可行性等

將閒置停車位即時聯網，並開放加值應用，除了能改善交通狀況、提升停車位利用率外，更能為社會住宅帶來額外的收入來源，進而提高其自償性，以下將針對閒置停車位即時聯網對提高社會住宅自償性的可行性進行敘述：

（一）增加收入來源

1. 廣告收益：在停車場內設置廣告看板或電子螢幕，可獲得廣告收益。
2. 電動車充電站：建置電動車充電站，並向電動車主收取充電費用。
3. 共享交通工具：在停車場內設置共享單車、電動機車等共享交通工具，並與業者合作分潤。

（二）降低營運成本

1. 智慧化管理：透過智慧停車系統，減少人力成本，提高管理效率。
2. 能源效率提升：導入節能設備，降低能源消耗。

（三）提升社會住宅形象

1. 提供便利服務：提供多元化的停車服務，提升社會住宅的居住品質。
2. 促進社區互動：透過共享設施，促進社區互動，營造良好的居住環境。

貳、據以提出建築物自設停車位數量優化之建議，供內政部興建社

會住宅決策參考

社會住宅作為政府提供給弱勢族群的居住方案，其附屬停車場的規劃與管理備受關注。現今，許多社會住宅的停車場除了滿足住戶的基本需求外，更開放給周邊居民共同使用，以提升資源利用效率。然而，根據本研究前述停車數據發現，目前案例中超過服務水準 H 級(法定停車位)比例不高，因此對於是否鼓勵設置更多停車位尚無定論。本研究建議未來建築物附設停車場可透過大數據分析進行停車數據交叉比對，針對社會住宅停車場的進出紀錄進行調查，了解不同時段的停車需求量、車種分布以及車輛停留時間等資訊，根據分析結果，彈性調整不同時段的停車位配置，例如在尖峰時段增加社會住宅住戶專用車位，而在離峰時段開放更多車位給周邊居民使用，並透過建置智慧停車系統，提供即時車位資訊、導航服務，並支援多元化的支付方式，提升停車場的使用效率。另外，在建築設計階段，預留足夠的空間，以因應未來停車需求的變化，並採用綠色建築設計，減少能源消耗，創造舒適的停車環境，進而提升整體環境品質。

第四章 內政部黑客松競賽

壹、研究動機及目的

本研究經過痛點分析，決定延伸本案主題「應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究」，將主題訂為「因應友善高齡之建築物無障礙停車位預測及規範調適循證決策資料服務」，研究動機如下所述：

- (一) 高齡使長者的生理機能逐漸衰退，出現：肌肉、關節退化、聽力減退、視力減退、感覺反應變慢、疾病纏身、行動不便等生理反應，甚至成為身心障礙者。
- (二) 內政部為建築法規定之中央建築主管機關，依身心障礙者權益保障法規定（附錄二、三），訂定建築技術規則建築設計施工編第 167-6 條（附錄四）規定略以，建築物法定停車位總數量為 50 輛以下者，應至少設置 1 輛無障礙停車位；51 輛以上者，依規定計算設置無障礙停車位數量。
- (三) 依內政部 2011 年統計資料身心障礙者約 108.4 萬人，65 歲以上占全體 36.7%(39.7 萬人)；衛生福利部 2023 年統計資料，身心障礙者已超過 120 萬人，65 歲以上占全體 47.4% (57.6 萬人)，並顯著高於其他年齡組 (0.1%~14.9%)。
- (四) 因應高齡身心障礙者人數近 12 年大幅增加 (人數成長約 45%)之高齡社會發展趨勢，本所提出因應友善高齡之建築物無障礙停車位可用時段預測、以及建築規範調適循證決策資料服務，使高齡者及其照顧者及時獲得可用之無障礙停車位資料，滿足其使用需求外；並協助內政部由停車位使用之歷史資料分析，掌握建築法規實施現況，作為未來法規調適循證決策之參考資料，以減少法規修正決策之不確定性。

根據以上研究動機，設定內政黑客松提案主要研究架構（圖 4-1），著眼於如何協助身心障礙者在尋找可用無障礙停車位、中央建築主管機關增修訂建築物停車位數量建築法規及中央及地方開發許可審議機關進行增設自設停車位決策時整合建築物無障礙停車空間歷史資料、身心障礙者專用停車位識別證核發數量資料、內政部建築技術規則相關規定與都市及城鄉開發許可審議資料，確實掌握建築物無障礙停車位實際使用特徵，解決高齡者及其照顧者無從得知無障礙停車位可使用時段及地點、建築主管機關相關法規增修訂、地方主管機關開發許可審議決策不確定性高之問題，創造成功搜尋停車位的時效、降低內政

 對象	身心障礙者、中央建築主管機關、地方開發許可機關	 時間	• 尋找無障礙停車位 • 增修訂建築物停車位設置規範 • 開發許可審議增設自設停車位決策
 資料	• 建築物無障礙停車空間歷史資料 • 身心障礙者專用停車位識別證核發數量資料 • 內政部建築技術規則相關規定 • 都市及城鄉開發許可審議資料	 方法	資料探索式分析法、機器學習法  建築物無障礙停車位實際使用特徵
 解決	• 高齡者及照顧者無從得知無障礙停車位可使用時段及地點 • 建築主管機關相關法規增修訂 • 地方主管機關開發許可審議決策不確定性高之問題	 效益	• 成功搜尋無障礙停車位之時效10% • 搜尋閒置無障礙停車位不確定性降低20% • 內政部主管建築法規增修訂及都市及城鄉開發許可審議決策不確定性降低20%

部主管增修訂建築法規及開發許可審議決策不確定性效益。

圖 4-1 內政黑客松提案主要架構圖

（資料來源：本研究繪製）

貳、建築物無障礙停車位相關規定

依建築技術規則設計施工編第 167-6 條建築物無障礙停車位規定（表 4-1），建築物法定停車位總數量 100 部以下，無障礙車位只占停車位 2%；200 部以下，無障礙車位只占停車位 1.5~2%，但根據民國 112 年臺北市身心障礙汽車比例統計，身心障礙者自用汽車約占臺北市 4.9%，目前法規規定劃設之無障礙停車位數量明顯少於身心障礙者擁有之汽車數量。

表 4-1 建築技術規則施工設計編第 167-6 條建築物無障礙停車位規範表

類別	建築物使用用途	法定停車位數量（輛）	無障礙停車位數量（輛）
第一類	H-2 組住宅或集合住宅	五十一至一百五十	二
		一百五十一至二百五十	三
		二百五十一至三百五十	四
		三百五十一至四百五十	五
		四百五十一至五百五十	六
		超過五百五十輛停車位者，超過部分每增加一百輛，應增加一輛無障礙停車位；不足一百輛，以一百輛計。	
第二類	前類以外建築物	五十一至一百	二
		一百零一至一百五十	三
		一百五十一至二百	四
		二百零一至二百五十	五
		二百五十一至三百	六
		三百零一至三百五十	七
		三百五十一至四百	八
		四百零一至四百五十	九
		四百五十一至五百	十
		五百零一至五百五十	十一
		超過五百五十輛停車位者，超過部分每增加五十輛，應增加一輛無障礙停車位；不足五十輛，以五十輛計。	

（資料來源：建築技術規則施工設計編）

進行開發許可審議時將由交通主管機關檢討設置的停車位數量，除了檢討該建物之應設車位外，亦會根據實際情形要求開發單位依需求調整個案供給以滿足需求。主管機關決策主要遵循拉普拉斯、最大最大及最大最小準則：在缺乏地區停車位實際需求資料時，拉普拉絲準則(Laplace criterion)假定各地區出現供不應求、供需平衡或供過於求情形機率相等，但建築法規已明定數量不允許減設，故僅需考慮自行增設或免增設 2 種情形，每種機率各佔 1/2；最大最大準則(Max-Max Criterion)採樂觀決策，優先考慮一般車位亦可轉作無障礙車位使用，可避免停車位閒置，但未解決尖峰時段一般車位已出現供不應求，無法轉作無障礙車位使用之問題；最大最小準則(Max-Min Criterion)採保守決策，解決尖峰時段供不應求問題，不考慮部分地區尖峰時段、大量車位閒置後果。假定應自行增設或免增設汽車位 2 種情形機率各佔 1/2，故交通主管機關在缺乏實際停車使用的相關資料及數據下所做成的政策不確定性為 50%。

另以新北市都市設計及土地使用開發許可審議專案小組為例，新北市交通局根據案件提出自設車位的相關建議，包括開發單位應根據開發案可能產生的實際停車需求決定應設車位數量，並檢討和改善大眾運輸的鼓勵措施，民國 113 年 5 至 6 月共計 36.8%案件提出該審查意見。

參、無障礙停車位需求現況

高齡身心障礙者人數近 12 年大幅增加 (人數成長約 45%)，致無障礙車位需求快速成長：以臺北市為例，截至民國 112 年底身心障礙者汽車比例約佔小客車牌照總數 4.9~6.2%；以新北市為例，截至民國 113 年 6 月底，身心障礙者汽車比例約佔小客車牌照總數 4.6~4.8%。整體而言，無障礙車位供不應求，身心障礙者尋找專用無障礙車位，較一般使用者尋找車位更加困難。

肆、臺北市無障礙停車位實際使用情形

以嘟嘟房停車場公司管理處提供之臺北市 9 個行政區共 44 處建築物停車場民國 113 年 5 月每日每小時使用率資料作為基礎，計算每小時停車位使用率及 5 月份平均使用率，將建築物依建築技術規則設計施工編第 59 條之建物用途分類（表 4-2），並依臺北市汽機車供需調查報告將每小時停車使用率分為 A、B、C 三種服務水準，A 服務水準代表使用率為零，B 服務水準代表使用率界於 0 至 1 之間，C 服務水準為使用率大於 1 的情形。

表 4-2 內政部主管建築技術規則施工設計編第 59 條之建物用途分類表

類別	建築物用途	都市計畫內區域		都市計畫外區域	
		樓地板面積	設置標準	樓地板面積	設置標準
第一類	戲院、電影院、歌廳、國際觀光旅館、演藝場、集會堂、舞廳、夜總會、視聽伴唱遊藝場、遊藝場、酒家、展覽場、辦公室、金融業、市場、商場、餐廳、飲食店、店鋪、俱樂部、撞球場、理容業、公共浴室、旅遊及運輸業、攝影棚等類似用途建築物。	三百平方公尺以下部分。	免設。	三百平方公尺以下部分。	免設。
		超過三百平方公尺部分。	每一百五十平方公尺設置一輛。	>超過三百平方公尺部分。	>每二百五十平方公尺設置一輛。
第二類	住宅、集合住宅等居住用途建築物。	五百平方公尺以下部分。	免設。	五百平方公尺以下部分。	免設。
		超過五百平方公尺部分。	每一百五十平方公尺設置一輛。	超過五百平方公尺部分。	每三百平方公尺設置一輛。
第三類	旅館、招待所、博物館、科學館、歷史文物館、資料館、美術館、圖書館、陳列館、水族館、音樂廳、文康活動中心、醫院、殯儀館、體育設施、宗教設施、福利設施等類似用途建築物。	五百平方公尺以下部分。	免設。	五百平方公尺以下部分。	免設。
		超過五百平方公尺部分。	每二百平方公尺設置一輛。	超過五百平方公尺部分。	每三百五十平方公尺設置一輛。
第四類	倉庫、學校、幼稚園、托兒所、車輛修配保管、補習班、屠宰場、工廠等類似用途建築物。	五百平方公尺以下部分。	免設。	五百平方公尺以下部分。	免設。
		超過五百平方公尺部分。	每二百五十平方公尺設置一輛。	超過五百平方公尺部分。	每三百五十平方公尺設置一輛。
第五類	前四類以外建築物，由內政部視實際情形另定之。				

（資料來源：建築技術規則施工設計編）

資料分析結果如表 4-3 顯示，近三成停車場的 C 服務水準比例大於 10%，多為學校、廣場等公有停車場，且地點多位於中山區、大安區等市區地段，說明身心障礙車位有需求超過供給之情形。

表 4-3 建築物停車場使用率統計表

站名	行政區	總車位	無障礙車位數	A服務水準 比例	B服務水準 比例	C服務水準 比例	建築技術規則 設計施工編第59條分類
A	中山區	133	3	32%	26%	42%	5(公有建築)
B	中山區	120	3	44%	20%	37%	5(公有建築)
C	中山區	246	4	36%	33%	31%	5(公有建築)
D	中山區	377	10	16%	55%	29%	5(公有建築)
E	大安區	175	4	50%	23%	27%	5(公有建築)
F	中山區	171	4	42%	37%	21%	5(公有建築)
G	大安區	218	4	30%	51%	19%	5(公有建築)
H	中正區	496	10	15%	66%	18%	5(公有建築)
I	大安區	432	9	30%	52%	17%	5(公有建築)
J	大安區	66	1	66%	20%	14%	5(公有建築)
K	大安區	52	1	70%	18%	12%	5(公有建築)
L	中山區	70	2	61%	27%	12%	5(公有建築)
M	松山區	347	7	17%	76%	6%	4(學校)
N	信義區	446	9	34%	62%	5%	5(公有建築)
O	中山區	57	2	40%	56%	5%	5(公有建築)
P	松山區	288	6	35%	61%	4%	4(學校)
Q	中山區	143	4	33%	63%	4%	5(公有建築)
R	大安區	92	4	60%	36%	3%	5(公有建築)
S	大安區	287	5	9%	88%	2%	5(公有建築)
T	北投區	85	2	63%	35%	2%	5(捷運站)
U	士林區	77	2	78%	21%	2%	5(捷運站)
V	北投區	64	2	68%	30%	1%	5(捷運站)
W	北投區	44	1	69%	29%	1%	5(捷運站)
X	中山區	113	3	57%	42%	1%	5(公有建築)
Y	大安區	84	2	72%	27%	1%	5(公有建築)
Z	中山區	105	2	72%	27%	1%	5(公有建築)
AA	中山區	255	6	57%	42%	1%	5(公有建築)
AB	中山區	142	3	28%	72%	1%	5(公有建築)
AC	大安區	240	4	39%	61%	0%	5(公有建築)
AD	士林區	164	3	68%	32%	0%	5(捷運站)
AE	中山區	184	4	33%	67%	0%	5(公有建築)
AF	內湖區	70	1	92%	8%	0%	5(公有建築)
AG	北投區	328	7	68%	32%	0%	5(公有建築)
AH	士林區	176	5	66%	33%	0%	5(公有建築)
AI	大同區	252	11	54%	46%	0%	5(公有建築)
AJ	大安區	108	2	72%	28%	0%	5(公有建築)
AK	中山區	850	17	37%	63%	0%	5(公有建築)
AL	中山區	973	20	68%	32%	0%	5(公有建築)
AM	內湖區	306	5	86%	14%	0%	5(捷運站)
AN	北投區	37	1	96%	4%	0%	5(捷運站)
AO	北投區	24	1	98%	2%	0%	5(捷運站)
AP	松山區	69	2	68%	32%	0%	3(公有建築)
AQ	松山區	310	14	57%	43%	0%	5(公有建築)
AR	信義區	1998	29	34%	66%	0%	5(公有建築)

(資料來源：嘟嘟房停車場公司管理處)

由探索式分析掌握無障礙停車位使用特徵（圖 4-2），以 5 月每日使用率變化之折線圖顯現平日（週一至週五）無障礙車位的使用率大遠於假日（週六日）的使用率。

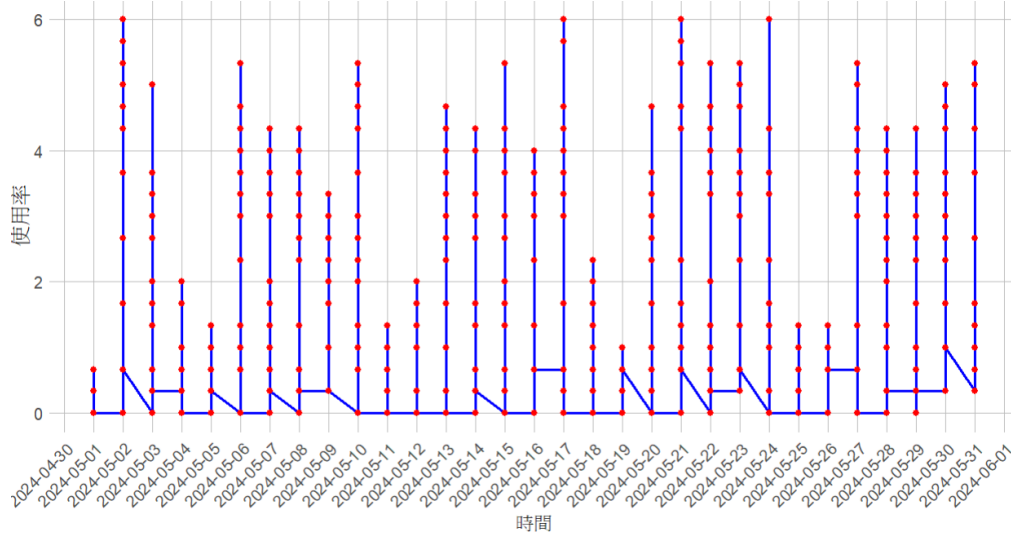


圖 4-2 民國 113 年 5 月每日使用率變化折線圖
(資料來源：本研究繪製)

依據建築技術規則設計施工編第 59 條建築物用途分類，將 X 軸設定為 5 月特定時段（0-24 時）、Y 軸則為平均使用率，並以折線圖顯示各類型建築物停車場無障礙停車位之使用率（圖 4-3）。第四、五類建築物停車場之無障礙車位需求高，日間停車平均使用率達 0.6 至 0.8，夜間則為 0 至 0.1，而第三類建築物停車場之無障礙車位日間平均使用率約為 0.45，夜間則為 0 至 0.05。

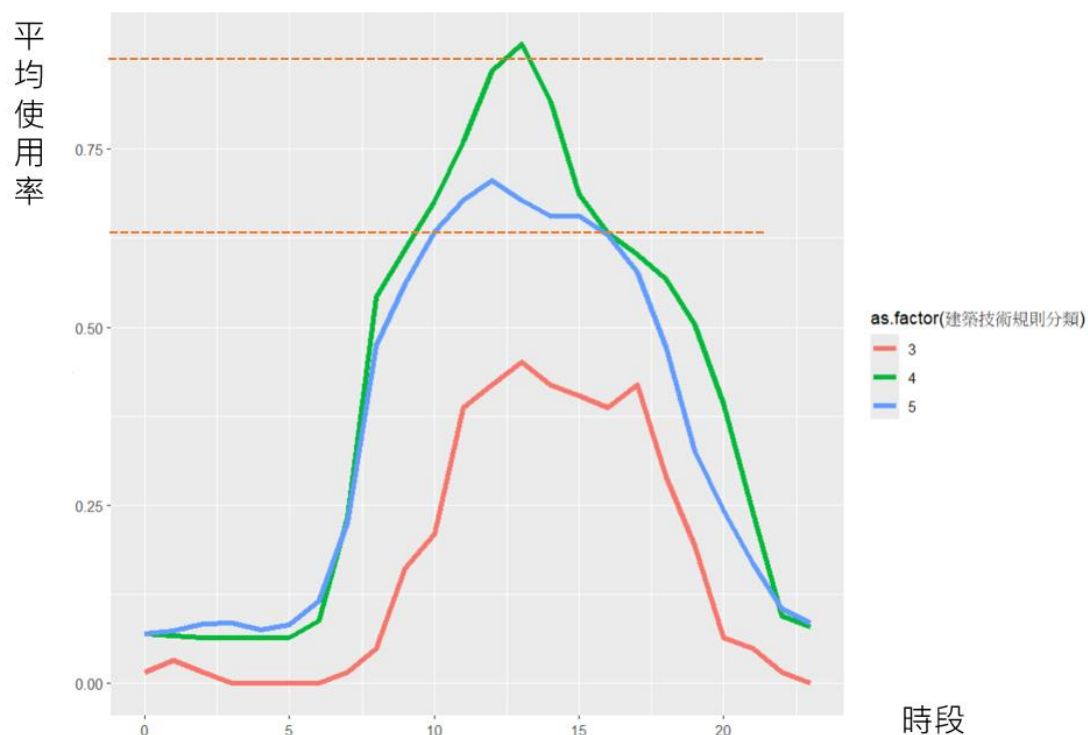


圖 4-3 各類型建築物停車場無障礙停車位之使用率折線圖
(資料來源：本研究繪製)

依行政區分類，並以折線圖顯示各類型建築物停車場無障礙停車位之使用率（圖 4-4）。中山區、中正區、大安區日間平均使用率約為 0.75 至 1.2，夜間平均使用率約為 0 至 0.25；內湖區日間平均使用率約為 0，夜間約為 0 至 0.25；北投區清晨 5 點至日間 13 點平均使用率約為 0.25，其餘時段約為 0.05 至 0.2。透過折線圖可得知不同行政區無障礙停車位的使用率有明顯的差異，某些行政區日間供不應求，但某些行政區日間則有閒置情形。

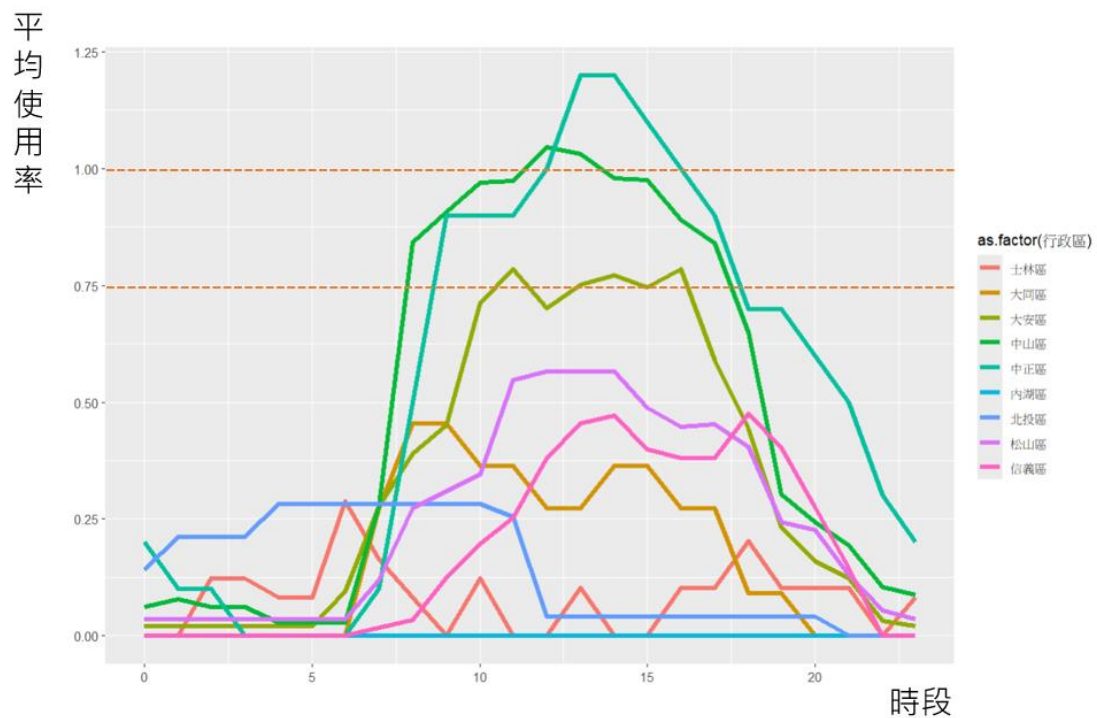


圖 4-4 各行政區停車場無障礙停車位之使用率折線圖

(資料來源：本研究繪製)

整體樣本中有 15 個停車場位於中山區，單獨將這 15 個停車場無障礙停車位使用率資料匯入折線圖（圖 4-5），得知中山區約 33%的建物停車場無障礙停車位平均使用率大於 1，存在供不應求的現象。區分日夜間時段，中山區 60%之建物停車場日間平均使用率大於 0.5、其餘 40%之建築物約 0 至 0.4，而中山區停車場夜間平均使用率約 0 至 0.5。

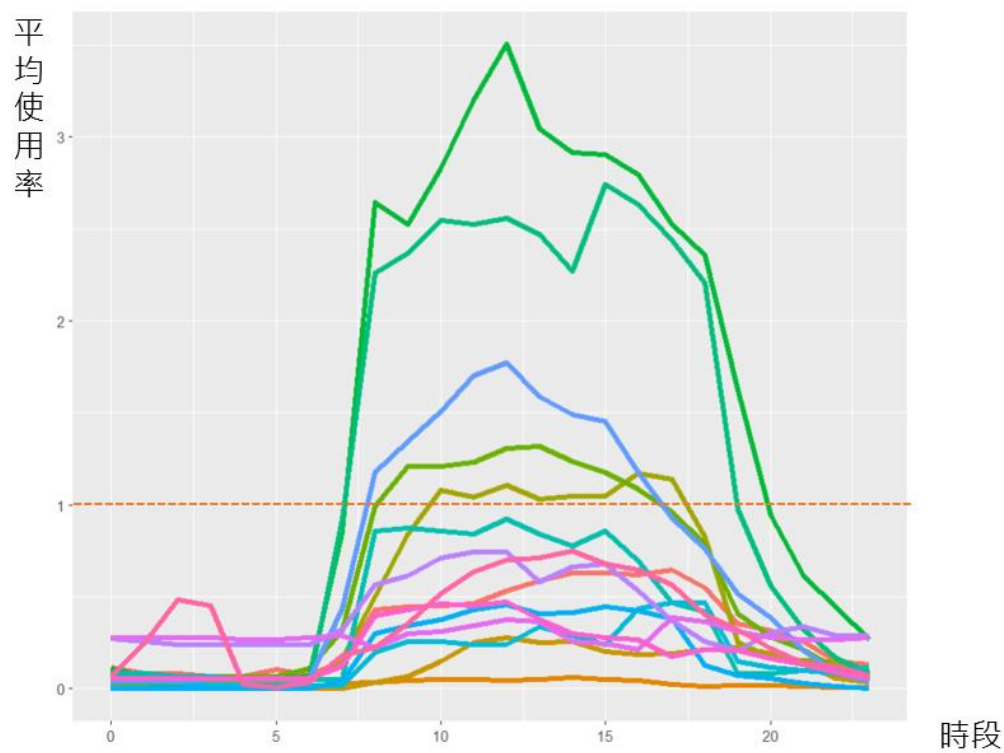


圖 4-5 中山區無障礙停車使用率折線圖
(資料來源：本研究繪製)

選取位於中正區及大安區的建物停車場共 11 個樣本，並將其停車場無障礙停車位使用率資料匯入折線圖（圖 4-6），顯示大安區、中正區約 55%建築物停車場無障礙停車位之日間平均使用率大於 1，其餘 45%平均使用率為 0.25 至 0.55，而夜間平均使用率約 0.05 至 0.3。

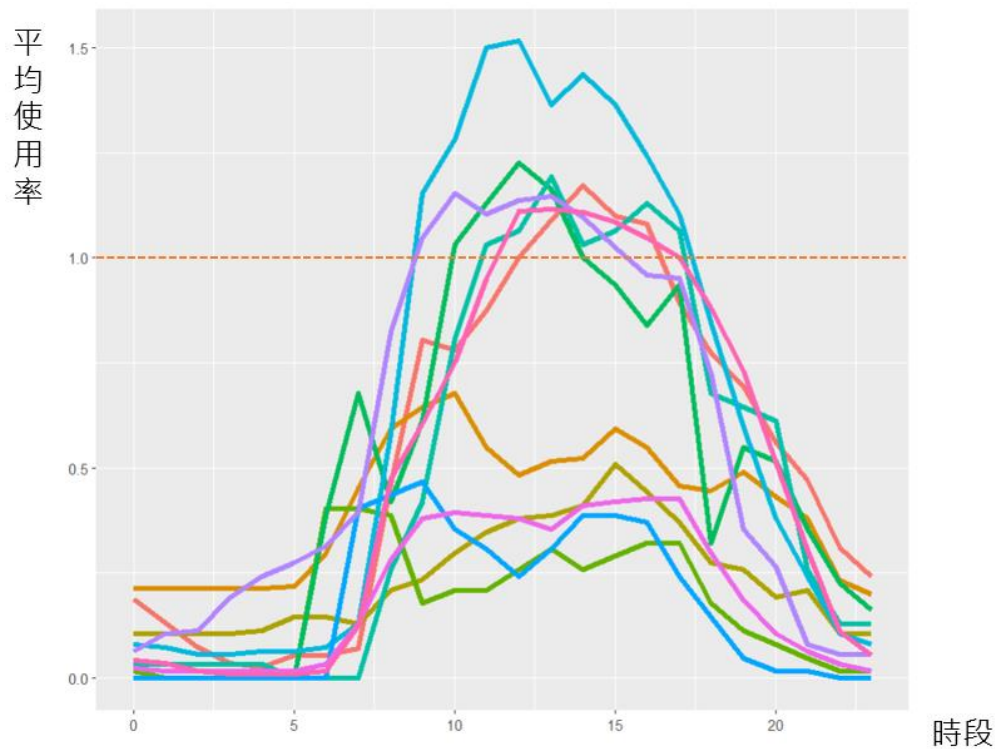


圖 4-6 大安區、中正區無障礙停車使用率折線圖
(資料來源：本研究繪製)

以超過 29,000 筆無障礙停車位之歷史使用資料分析無障礙停車位於尖峰（早上 8 點至下午 5 點）及離峰（下午 5 點至早上 8 點）時間使用率差異，選取各停車場每日尖峰、離峰時段內之使用率中位數作成散佈圖（圖 4-7），以避免受離群值影響，更能看出停車使用率之集中趨勢。透過散佈圖可以發現整體無障礙停車位使用率在尖峰時段的中位數約為 0.4，雖然整體尖峰時段使用率之中位數偏低，但仍有不少個別數據大於 1，說明仍然存在供不應求的情形。

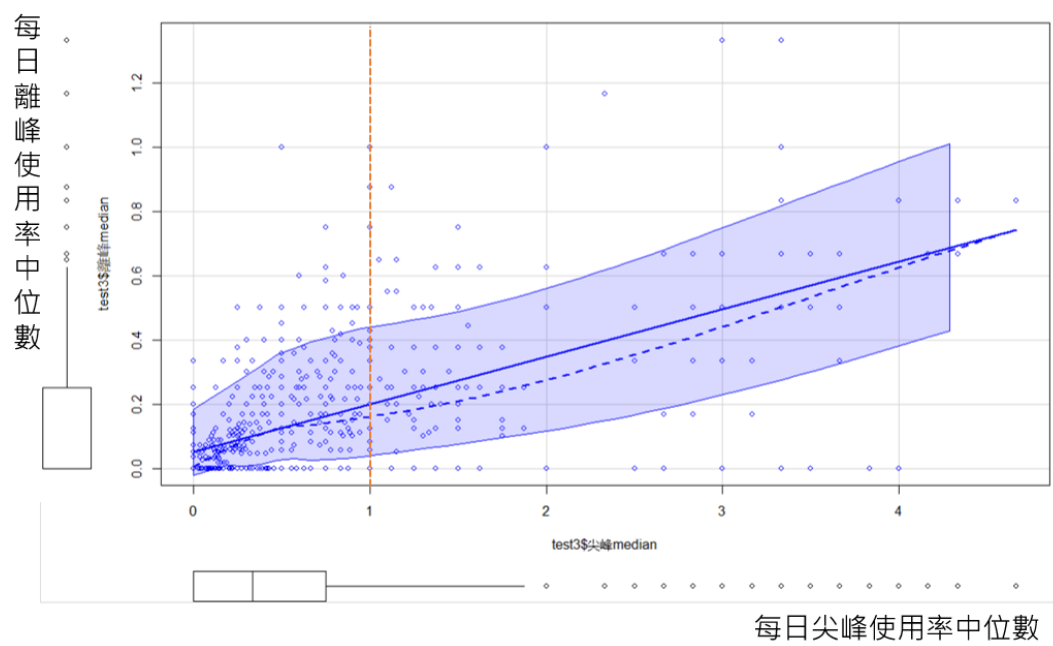


圖 4- 7 無障礙停車使用率尖峰與離峰散佈圖
(資料來源：本研究繪製)

使用多元線性迴歸模型測試各項變數對於使用率之影響後，並透過 K 近鄰演算法預測停車服務水準，最後使用機器學習隨機森林模型預測各時段之停車使用率（圖 4-8）。

使用機器學習之監督式迴歸學習將超過 29,000 筆資料之 20%作為測試集、80%作為訓練集，並對測試集進行預測，再透過隨機森林模型發現時段、站點、無障礙停車位數、尖峰時間為最重要之四個變數，且模型 R 平方值為 0.7094，代表隨機森林模型能夠解釋無障礙停車使用率的變化約為 70%。

此模型可應用於作為建築物開發許可審議判斷自設無障礙車位及建築法規修訂無障礙停車位相關規定之參考依據，並提高成功搜尋可用無障礙停車位機率、提高有限車位之使用及周轉率。

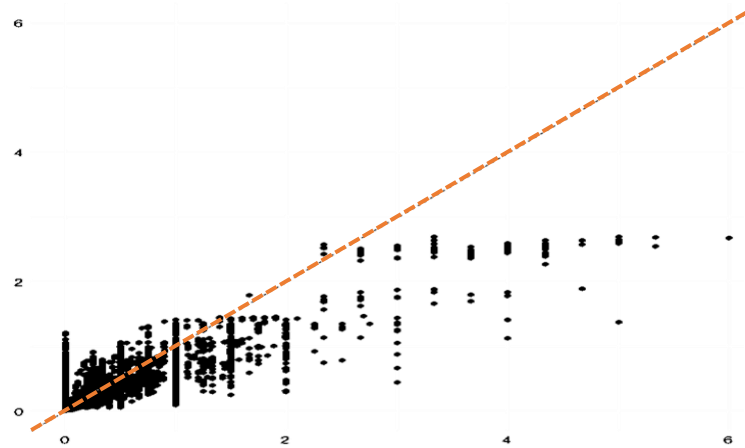


圖 4-8 隨機森林無障礙停車使用率預測模型
(資料來源：本研究繪製)

伍、效益與後續落地推廣

本研究提供內政部(中央建築、都市計畫主管機關)及地方機關參考機器學習預測模型進行循證決策，提高建築法規供給量 4.6 至 6.2%，緩解尖峰時段無障礙停車位供不應求的問題及部分時段閒置現象，都市及城鄉開發許可個案審議視區域需求調整供給數量，提高開發許可審議效率，並降低開發許可審議決策不確定性，甚至藉此分析結果推動停車位共享，將尖峰時段公有建築物 4 至 4.5%的一般車位轉為無障礙車位，緩解尖峰時段供不應求情形，使身心障礙者與一般人近用停車位之機會平等、無差別待遇。

後續研究建議蒐集大量且多樣資料以更新並優化模型，應用隨機森林模型推估出即時車位使用率，建構搜尋無障礙停車位使用平台，使預測可用無障礙停車位之不確定性降低 20%以上，並增修訂建築物停車位設置及開發許可審議增設自設停車位規範，降低內政部主管建築法規增修訂及都市城鄉開發許可審議決策不確定性 20%以上，甚至介接天氣、車流量、信令人口等即時資料，分析相關即時資訊對停車使用率影響之情形。

第五章 結論與建議

本研究以臺北市智慧建築物附設停車空間為研究對象，運用多元線性迴歸，探討影響智慧建築停車空間供需之關鍵因素，再透過多類別羅吉斯模型、K 近鄰演算法，透過機器學習方法，預測智慧建築之停車服務水準。再者，選擇特定社會住宅案例，使用預測準確率最佳的 K 近鄰演算法模型，將數據納入機器學習模型中，進行智慧建築自設停車位數量決策優化分析，旨在深入了社會住宅案例之停車趨勢，並據以提出更精準的停車管理建議，供內政部興建社會住宅決策參考。

第一節 結論

一、蒐集國內智慧建築案例資料建立建築物停車需求預測模型

（一）土地使用、鄰近大眾運輸可及性、停車收費費率對停車需求影響顯著

透過文獻回顧掌握影響停車需求之變數，經共線性檢定與模型修正後，本研究建構之多元線性迴歸模型顯示，多數自變數對智慧建築附設停車空間使用率具有顯著影響，模型解釋力良好，且殘差檢定結果符合線性迴歸模型假設。其中以土地使用、鄰近大眾運輸可及性與停車收費費率三個自變數為影響停車需求之關鍵因素：

1. 土地使用對停車需求之影響

不同土地使用之建築物之停車需求有顯著差異，如社會住宅停車位供不應求，使用率長期居高不下；學校停車使用率偏低，非教學時段之使用率最低；醫院停車使用率則呈現明顯的尖（離）峰現象，在尖峰時供不應求，離峰時供給遠大於需求，另外假日為非營業時間，其整體使用率相當低；商業區停車位白天停車需求量大，夜間則大幅下降。這些現象表明停

車需求與之土地使用密切相關。

2. 鄰近大眾運輸可及性對停車需求之影響

鄰近大眾運輸的可及性是影響停車需求的重要因素。多元線性迴歸模型結果指出，建築物方圓 500 公尺內之大眾運輸可及性越高，停車需求越低，說明通過提升大眾運輸服務品質、完善接駁系統、實施合理的交通政策，可以有效降低對停車的需求，緩解都市交通問題，並促進都市持續發展。

3. 停車收費費率對停車需求之影響

停車收費費率是影響停車需求的重要因素，多元線性迴歸模型結果指出，平日臺北市的臨時停車費率越高，則停車需求越低，說明高費率可抑制停車需求，透過適時調整停車費率可以有效調節停車需求，提高停車位利用效率，同時亦增加建築物停車之自償性。

（二）K 近鄰演算法預測停車服務水準效果佳

本研究結合多元羅吉斯迴歸與 K 近鄰演算法，運用機器學習技術對智慧建築停車服務水準進行深入探討。研究結果顯示，K 近鄰演算法在處理複雜的停車服務水準預測上具有顯著優勢，準確率達到百分之九十，並透過交叉驗證，進一步提升了模型的泛化能力。

根據實證結果，K 近鄰演算法模型可有效預測新建建築物之停車需求，並據以精準規劃停車空間，給予新建建物在推估自行增設停車位之參考，帶來如降低地下室開挖等正面效益。此模型不僅可作為都市規劃與法規制定等供給面之參考，提升建築設計之效率，亦能協助建築業者精確評估停車需求，為未來智慧建築停車管理研究提供了一種可行的方法。

二、應用建築物停車需求預測模型，進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析

社會住宅是當今社會必要公共設施，同時民眾有迫切之停車需求，許多社會住宅的停車場除了滿足住戶的基本需求外，更開放給周邊居民共同使用，以提升資源利用效率，故本研究透過停車數據探討社會住宅整體之供需情形，並透過問卷對居住於社會住宅之民眾進行需求調查，結果顯示以社會住宅而言，目前整體停車位供給不足，超過半數的民眾認為現有的停車數量仍無法完全滿足需求。

為了解社會住宅停車供給不足之機率，本研究應用 K 近鄰演算法模型進行自行增設停車位數量優化決策模擬分析，以服務水準作為停車需求類別之區分，其中服務水準 L 作為停車需求低於法定停車位數之類別，服務水準 H 則作為停車需求高於法定停車位數之類別，並分別針對 Case21、健康社會住宅進行模型模擬分析，實證結果指出模型預測準確度皆約 95%，說明模型能有效判別停車服務水準。

在 Case21 之案例中，平日白天單一小時發生服務水準 H 機率為 15.1%，且集中於早上 9 點至下午 4 點；而在 Case13 之案例中，假日白天單一小時有 12.2% 機率為服務水準 H，主要集中於早上 7 點至下午 1 點的時段。由此可證 Case21 停車需求高峰時段為平日白天，Case13 需求高峰時段為假日白天，這些時段除了住戶本身之停車需求，亦有周邊之停車需求產生，導致法定停車位不足之情形，若除去上述時段則仍有餘裕提供車位與周邊使用，可減輕建築基地周圍公共停車負擔，同時提高社會住宅自償性之可行性。

三、參加內政黑客松競賽：「接住需要無障礙車位的你（妳）－友善高齡之智慧建築無障礙停車位共享及建築法規調適循證決策資料服務」

本研究參與內政黑客松競賽，運用無障礙停車位歷史使用資料進行模型分析，實證結果顯示平日無障礙停車位之使用率大於假日，且無障礙停車位使用之尖峰時段為早上八點至下午五點。若以行政區為單位分析，台北市大安區、中山區、中正區多數無障礙停車位供不應求，若將建築物型態加以分類，學校、公園、廣場等公有建築無障礙停車位具有供不應求的情形，捷運站停車場之無障礙停車位則是供過於求。

應用無障礙停車需求模型於智慧建築物，推估可降低內政部(中央建築主管機關)建築法規增修訂決策不確定性 20~30%，並提高內政部(中央都市計畫主管機關)及直轄市、(縣)(市)政府(地方都市計畫主管機關)辦理開發許可涉及停車位數量審議決策不確定性 20~30%。

第二節 建議

建議一

將機器學習導入建築物停車位管理納入智慧建築評估手冊鼓勵項目：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：無

本研究運用之K近鄰演算法模型具備成為未來建築停車規劃重要工具之潛力。為進一步驗證模型之通用性，建議擴大樣本數，並將其應用於不同城市及地區。同時，可透過整合更多元之跨域數據，如信令人口資料及即時社經數據，提升模型精準度。未來可持續優化模型，使其更貼近實際需求，像是身心障礙車位、敬老、親子車位以及電動車位等課題，進行全面分析，結合法令與建成環境做通盤之檢討，此外，若將閒置停車位即時聯網，並開放加值應用，除了能改善交通狀況、提升停車位利用率外，更能為智慧建築物帶來額外的收入來源，進而提高其自償性，同時，應將智慧建築視為智慧城市的重要一環，深入探討其與智慧交通系統、智慧能源管理等基礎設施的整合，並結合環境監測數據，提供更全面的解決方案。建議未來可將機器學習導入建築物停車位管理納入智慧建築評估手冊鼓勵項目，都市智慧交通系統發展，推動建築物停車位共享，以提高都市有限停車位之周轉率、使用率、減少停車位閒置。

附錄一 社會住宅附設停車場使用評估及停車需求問卷

第一部分 居住資訊

請問您的身分別？ ☐社會住宅承租戶 ☐社會住宅周邊居民

請問您居住或鄰近於哪個社會住宅？ _____

請問您居住或鄰近於社會住宅多長時間？☐少於 10 年 ☐10-19 年 ☐20-29 年 ☐超過 30 年

第二部分 停車習慣與需求

1. 平時主要使用的交通工具（可複選）：☐步行 ☐機車 ☐汽車 ☐腳踏車 ☐捷運
☐公車 ☐計程車☐其他_____

2. 請問您家目前擁有幾台汽車：☐無 ☐1 台 ☐2 台 ☐3 台 ☐3 台以上

3. 請問您目前於社會住宅中是否有汽車停車位：☐是，有_____個 ☐否

4. 請問您實際需要多少汽車停車位：☐無 ☐1 個 ☐2 個 ☐3 個 ☐3 個以上

5. 請問您認為目前社會住宅規劃之停車數量足不足夠：☐足夠 ☐不足夠

6. 請問您未來是否會有或更多的停車需求：☐是 ☐否

7. 請問於尖峰時間時（例如：上下班時間），找尋停車位需求花多少時間：
☐0 分鐘（有固定停車位） ☐5 分鐘以內 ☐5-10 分鐘 ☐11-20 分鐘 ☐20 分鐘以上

第三部分 社會住宅周邊交通條件之同意程度

本研究欲了解您對於社會住宅周邊交通條件之滿意程度，請依據您的使用經驗，於適當選項中打✓。每題均分為五個等級，由左至右分別表示非常同意、同意、普通、不同意及非常不同意，請依您的真實想法作答。	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 大眾運輸之距離與可及性良好（例如：公車站、捷運站）	☐	☐	☐	☐	☐
2. 周邊停車格位劃設數量足夠	☐	☐	☐	☐	☐
3. 車輛違規停放情形嚴重	☐	☐	☐	☐	☐

4. 找尋停車位時間可接受	☐	☐	☐	☐	☐
5. 社會住宅之停車費用合理	☐	☐	☐	☐	☐
6. 於尖峰時間社會住宅周邊交通順暢	☐	☐	☐	☐	☐

第四部分 對於社會住宅停車政策之看法

本研究欲了解您對於社會住宅停車政策之看法， <u>目前社會住宅之停車政策係依台北市政府都市發展局規定，提供所有民眾共同申請，以抽籤方式獲得停車資格。</u> 每題均分為五個等級，由左至右分別表示非常同意、同意、普通、不同意及非常不同意，請依您的真實想法作答，於適當選項中打✓。	非常同意	同意	普通	不同意	非常不同意
1. 目前社會住宅停車政策可以滿足您的停車需求	☐	☐	☐	☐	☐
2. 政府將社會住宅停車場開放給周邊民眾共同使用	☐	☐	☐	☐	☐
3. 社會住宅停車場開放給周邊民眾使用時，非社宅住戶之進出將影響居住上的安全	☐	☐	☐	☐	☐
4. 您是否同意保留一定比例或更多停車位給社會住宅居民	☐	☐	☐	☐	☐
5. 您是否同意政府實施買車自備停車位證明之政策，以緩解臺北市汽車數量	☐	☐	☐	☐	☐

第五部分 社會住宅及周邊停車位設置整體滿意程度

1. 請問您對於目前社會住宅及周邊之停車位設置整體滿意度為何？

☐滿意 ☐非常滿意 ☐普通 ☐不滿意 ☐非常不滿意

第六部分 基本資料

以下為有關您個人的基本資料，請依實際情形於適當選項中打✓。本問卷之回應內容僅做為學術研究使用，並完全保密，請您放心作答。

1. 性別：	☐ 生理男	☐ 生理女
2. 年齡：	☐ 19歲以下 ☐ 20-29歲 ☐ 30-39歲 ☐ 40-49歲 ☐ 50-59歲 ☐ 60歲以上	
3. 職業：	☐ 農 ☐ 工 ☐ 商 ☐ 軍公教警 ☐ 服務業 ☐ 自由業 ☐ 學生 ☐ 其他_____	

4. 教育程度： ☐ 未受教育 ☐ 小學 ☐ 國中 ☐ 高中職 ☐ 大學科大四技二專 ☐ 碩士 ☐ 博士
5. 家庭年收入： ☐ 30 萬元以下 ☐ 31-60 萬元 ☐ 61-90 萬元 ☐ 91-127 萬元 ☐ 128-143 萬元 ☐ 144-166 萬元 ☐ 166 萬元以上
6. 請問您家坪數大約為_____坪
7. 目前共同居住者人數： ☐ 無 ☐ 1 人 ☐ 2 人 ☐ 3 人 ☐ 4 人 ☐ 5 人 ☐ 5 人以上
8. 目前居住的社會住宅房型： ☐ 一人房型 ☐ 兩人房型 ☐ 三人房型 ☐ 其他_____

— 問卷到此結束，十分感謝您的填答 —

附錄二 身心障礙者權益保障法相關規定條文摘錄

第 56 條 公共停車場應保留百分之二停車位，作為行動不便之身心障礙者專用停車位，車位未滿五十個之公共停車場，至少應保留一個身心障礙者專用停車位。非領有專用停車位識別證明者，不得違規占用。

前項專用停車位識別證明，應依需求評估結果核發。

第一項專用停車位之設置地點、空間規劃、使用方式、識別證明之核發及違規占用之處理，由中央主管機關會同交通、營建等相關單位定之。

提供公眾服務之各級政府機關、公、私立學校、團體及公、民營事業機構設有停車場者，應依前三項辦理。

附錄三 身心障礙者專用停車位設置管理辦法摘錄

第 1 條 本辦法依身心障礙者權益保障法（以下簡稱本法）第五十六條第三項規定訂定之。

第 2 條 本法第五十六條第一項所稱公共停車場，指符合停車場法或建築技術規則設置，且供公眾使用之下列情形之停車場或停車位：

一、路邊停車場。

二、路外停車場。

三、依建築技術規則建築設計施工編第十章無障礙建築物規定設置之停車位。

本法第五十六條第一項關於保留比率之規定，就汽車或機車應分別計算之。

第 4 條 身心障礙者專用汽車停車位之長度及寬度，依道路交通標誌標線號誌設置規則及準用建築技術規則規定辦理；其為路邊停車位，而與連接路外人行道或騎樓有高低差時，應設置斜坡道，其坡度不得超過一比十二，以內切式設置者，側坡坡度並不得超過一比八。

身心障礙者專用機車停車位之寬度應在二．三公尺以上，長度應在二公尺以上。

第 5 條 身心障礙者專用停車位標誌及標線之設置，依道路交通標誌標線號誌設置規則及建築技術規則等相關規定辦理。

第 6 條 具有下列資格之一者，以一人為限，得申請身心障礙者專用停車位識別證明（以下簡稱專用停車位識別證明）：

一、經需求評估為行動不便之身心障礙者本人。

二、前款身心障礙者之配偶或一親等親屬。

三、與第一款身心障礙者設於同一戶籍或同址分戶之二親等以上親屬。

申請專用停車位識別證明之車輛種類為計程車或自用小貨車者，其車主及駕駛人應為身心障礙者本人，不適用前項規定。

專用停車位識別證明，分類如下：

一、身心障礙者專用停車位識別證（以下簡稱專用停車位識別證）。

二、身心障礙者專用車輛牌照（以下簡稱專用牌照）。

申請專用停車位識別證明者，應就專用停車位識別證或專用牌照擇一申請。但計程車僅得申請專用停車位識別證。

申請專用停車位識別證之車輛種類，以自用小客車、自用小客貨車、自用小貨車、計程車為限。

申請專用停車位識別證時，應由社政主管機關向專用牌照核發機關確認申請者未領用專用牌照，始得核發。

附錄四 建築技術規則建築設計施工編第十章無障礙建築物相關規定

條文

第 167-1 條 居室出入口及具無障礙設施之廁所盥洗室、浴室、客房、昇降設備、停車空間及樓梯應設有無障礙通路通達。

第 167-6 條 建築物法定停車位總數量為 50 輛以下者，應至少設置 1 輛無障礙停車位。

建築物法定停車位總數量為 51 輛以上者，依下列規定計算設置無障礙停車位數量：

- 一、建築物使用用途為下表所定單一類別：依該類別基準計算設置。
- 二、建築物使用用途為下表所定二類別：依各該類別分別計算設置。但二類別或其中一類別之法定停車位數量為 50 輛以下者，得按該建築物法定停車位總數量，以法定停車位較多數量之類別基準計算設置，二類別之法定停車位數量相同者，按該建築物法定停車位總數量，以其中一類別基準計算設置。

類別	建築物使用用途	法定停車位數量（輛）	無障礙停車位數量（輛）
第一類	H-2 組住宅或集合住宅	五十一至一百五十	二
		一百五十一至二百五十	三
		二百五十一至三百五十	四
		三百五十一至四百五十	五
		四百五十一至五百五十	六
		超過五百五十輛停車位者，超過部分每增加一百輛，應增加一輛無障礙停車位；不足一百輛，以一百輛計。	
第二類	前類以外建築物	五十一至一百	二
		一百零一至一百五十	三
		一百五十一至二百	四
		二百零一至二百五十	五
		二百五十一至三百	六
		三百零一至三百五十	七
		三百五十一至四百	八
		四百零一至四百五十	九
		四百五十一至五百	十
		五百零一至五百五十	十一
		超過五百五十輛停車位者，超過部分每增加五十輛，應增加一輛無障礙停車位；不足五十輛，以五十輛計。	

附錄五 議約回應表

項次	議約項目	廠商回應
1	建築物停車需求變數分析包含：天氣數據、車流量數據、平（假）日與尖（離）峰因素、人口密度、建築物樓地板面積、建築物鄰近停車供給量、與大眾運輸場站之距離、停車費率、土地使用分區與建築物實際用途等。	已完成應用案例之相關數據探討，並已提出相關決策應用建議與提案草案，詳見報告書第二章。
2	挑選至少社會住宅 2 案例進行應用建築物自行增設停車位數量優化決策模擬分析	已進行應用建築物自行增設停車位數量優化決策模擬分析預測模型，並已提出相關決策應用建議，詳見報告書第三章第三節。
3	舉辦專家座談會 2 場	已於 113 年 9 月 13 日（星期五）及 113 年 10 月 4 日（星期五）舉辦兩次專家座談會，詳見報告書附錄
4	完成內政大數據競賽提案小論文（草案）	改為參與內政部黑客松競賽，完成競賽之痛點分析，並提出本案成果未來短期、長期應用推廣之建議。

附錄六 2024 內政黑客松產品或解決業務痛點構想書

參 賽 編 號				
提 案 單 位 (團隊代表人單位)	內政部建築研究所			
提 案 名 稱	接住需要無障礙停車位的妳/你—— 友善高齡之建築物無障礙停車位共享及建築法規調適循證 決策資料服務			
使 用 對 象	1. 身心障礙者(含高齡者及其照顧者) 2. 中央及地方建築主管機關(內政部、直轄市及縣(市)政府) 3. 停車場管理業者。 4. 公、私有建築物之投資興建者、營運者、管理者。			
提 案 簡 介	(請以下列格式撰寫) 協助 <u>(高齡者及其照顧者、主管機關)</u> ，在 <u>(尋找無障礙停車位或增修訂建築物停車位規範)</u> 時，整合 <u>(建築物之停車空間使用歷史資料)</u> ，以及 <u>(內政部大數據、交通部車流量、身心障礙者專用停車位識別證核發數量資料)</u> ，利用 <u>(抽樣統計及機器學習方法)</u> ，掌握 <u>(建築物無障礙停車位實際使用特徵)</u> ，解決 <u>(高齡者及其照顧者無從知悉無障礙停車位可使用時段及地點，或建築主管機關相關法規增修訂決策不確定性高之問題)</u> ，創造 <u>(成功搜尋無障礙停車位之時效 10%，主管機關法規增修訂決策不確定性降低 10%之)</u> 效益。			
資 料 來 源 (請詳列)	資料集提供機關	資料集名稱	是否已取得資料，若否，請	資料集連結

			確認資料可取得	
	建築物之所有權人、管理人	建築物停車空間使用資料集	已取得 2 案建築物之所有權人、管理人同意，預定 6 月中旬本部資料思考工作坊時	建築物之所有權人、管理人提供。
	臺北市停車管理工程處	停車場使用率資料	是	臺北市停車管理工程處提供
	衛生福利部統計處	112 年 6 月臺北市統計區身心障礙者統計指標_二級發布區	是	https://segis.moi.gov.tw/STATCloud/Index
	交通部	指定[坐標]市區公車路線數量資料	否，但已確認可提供。	https://tdx.transportdata.tw/
	交通部	車輛偵測器即時路況	否，但已確認可提供。	https://tdx.transportdata.tw/
	交通部	路況壅塞水準資料	否，但已確認可提供。	https://tdx.transportdata.tw/

	內政部統計處	109 年 11 月行政區電信信令人口統計資料_最小統計區	否，需付費取得最小統計區，且希望取得更新年份資料	https://segis.moi.gov.tw/STATCloud/Index
	內政部統計處	109 年 11 月行政區電信信令人口統計模擬資料_最小統計區	是，希望取得更新年份資料	https://segis.moi.gov.tw/STATCloud/Index
	內政部國土測繪中心	國土測繪圖資雲(通用電子地圖、國土利用現況調查、基本地形圖、三維城市模型、三維道路模型)	否，但確認可取得。	https://maps.nlsc.gov.tw/
	內政部統計處	最小統計區常用資料集	是，希望取得更新年份資料。	https://segis.moi.gov.tw/STATCloud/Index
產品或痛點說明				

一、緣起 (痛點簡述)	描述專案、事件、計畫之背景，即發生的緣由、時、地、物對應之創作目的或問題焦點等，盡量以條列式說明。 1. 高齡使長者的生理機能逐漸衰退，出現：肌肉、關節退化、聽力減退、視力減退、感覺反應變慢、疾病纏身、行動不便等生理反應，甚至成為身心障礙者。 2. 內政部為建築法規定之中央建築主管機關，依身心障礙者權益保障法規定(附錄一、二)，訂定建築技術規則建築設計施工編第 167-6 條規定略以，建築物法定停車位總數量為 50 輛以下者，應至少設置 1 輛無障礙停車位；51 輛以上者，依附錄三規定計算設置無障礙停車位數量。 3. 依內政部 2011 年統計資料身心障礙者約 108.4 萬人，65 歲以上占全體 36.7% (39.7 萬人)；衛生福利部 2023 年統計資料，身心障礙者已超過 120 萬人，65 歲以上占全體 47.4% (57.6 萬人)，並顯著高於其他年齡組 (0.1%~14.9%)。 4. 因應高齡身心障礙者人數近 12 年大幅增加 (人數成長約 45%)之高齡社會發展趨勢，本所提出因應友善高齡之建築物無障礙停車位可用時段預測、以及建築規範調適循證決策資料服務，使高齡者及其照顧者及時獲得可用之無障礙停車位資料，滿足其使用需求外；並協助內政部由停車位使用之歷史資料分析，掌握建築法規實施現況，作為未來法規調適循證決策之參考資料，以減少法規修正決策之不確定性。
二、產品定位 (問題定義)	請清楚描述產品定位或特點(可含 1~2 同質性產品比較說明)；或想幫「誰」(哪個單位、承辦或主管等)，在「哪種情況」，解決「什麼問題」？ 現今已有停車場管理業者透過串接交通部以及政府資料開放平台所提供之即時車況資料，提供民眾即時閒置車位查詢之資料服務，惟本資料服務更著重於無障礙停車位需求量之精準預測，蒐集建築物附設停車空間之停車使用率歷史資料，串接內政大數據等跨域資料，建構建築物附設無障礙停車位需求預測模型，以推估每小時之實際停車使用率，再透過個案分析同時了解無障礙停車位之使用與週轉

	情形。模型成果可作為： 1. 既有建築物給予停車管理建議，結合都市建築物停車位資訊平台、推動閒置車位共享，提高無障礙停車位使用率、週轉率。 2. 作為未來內政部建築物無障礙停車位數量法規修訂之參考。 3. 公、私部門興建新建建築物評估自設無障礙停車位數量決策之參考。
三、產品特色 (工作方法)	請具體說明產品特色，包括適切性、創新性、可行性、市場性等；或工作方法，預計使用「哪種」或「哪些」方法，解決[產品定義或問題定義]所提及之問題。 以建築物附設停車位使用歷史資料為基礎，參考學理、建築法規規定，挑選影響停車需求變數，結合內政大數據等跨域資料，使用人工智慧之機器學習、主成分分析與交叉驗證等方法，建構停車需求預測模型，探討法定停車位是否有不足或閒置之情形。方法及過程如下： 1. 敘述統計分析：分析建築物停車空間使用資料，瞭解建物停車使用特徵。 2. 假設檢定：建立虛無假設、對立假設，透過 F 檢定刪減停車需求預測模型解釋變數，再透過 T 檢定個別檢驗解釋變數之解釋力。 3. 建立停車需求預測模型：將以上建築物附設停車位使用情形等歷史資料，切割為測試集與訓練集，開發建築物停車空間之每小時停車需供比分類器，比較多元線性迴歸模型、羅吉斯迴歸模型、KNN (K-Nearest Neighbors)、聚類分析等模型之績效。
四、使用對象 (利害關係人)	產品使用對象或議題涉及哪些單位（承辦人、主管等）、組織？客群？並請說明這些對象或利害關係人和本產品或議題痛點的具體關聯？ 1. 身心障礙者(含高齡者及其照顧者) 2. 中央及地方建築主管機關(內政部、直轄市及縣(市)政府) 3. 停車場管理業者。 4. 公、私有建築物之投資興建者、營運者、管理者。

五、預期產出與成果 (具體效益)	預期產出與成果(請條列之) 1. 請清楚描述，預期完成的作品功能或產出 (output) 為何？（例如：內部服務改善規劃、系統再造或研究分析報告） 2. 請清楚描述，若專案順利完成，預期能產生哪些影響或效益 (impact)？（例如：縮短 5% 的 xx 工作時間、減少 10 % 的 xx 錯誤率等，但須與專案痛點核心相關） 1. 完成建築物附設停車空間之停車位需求推估模型準確率達 70%以上。 2. 依據數據分析結果，提出建築物無障礙停車位數量需求預測模型，減少主管機關法規增修訂決策不確定性 20%以上，減少無障礙停車位不足或閒置之問題。 3. 增加成功預測可用之無障礙停車位時效 10%以上。 4. 減少公私部門自行增設建築物附設停車位數量之決策不確定性 20%以上。
六、其他	本提案資料應用構想示意圖

附錄七 期中審查簡報

內政部建築研究所113年度協同研究報告

應用智慧建築及內政大數據 預測建築物停車需求之研究 期中報告

協同主持人：白仁德
研究助理：邱奕瑄、郭以潔

簡報大綱

1

緒論

2

蒐集國內智慧建築資料
建立建築物停車需求預測模型

3

應用建築物停車需求預測模型進行建築物
自設停車位數量決策優化之案例模擬分析

4

提出本所內政大數據競賽
提案小論文（草案）

5

初步結論與後續工作

PART

緒論

- 研究緣起
- 研究內容
- 研究範圍
- 研究方法及流程

緒論

研究緣起

- 智慧建築源於國外電腦資訊的發達及自動化技術的進步。我國於1985年起引進智慧化技術，逐步發展出屬於我國的智慧建築系統，截至2023年6月底，已審核通過的智慧建築有1196件，數量逐年增加；而智慧建築作為科技產品，較一般建築物更容易取得相關建築物營運之數據，智慧建築之建構與數據之蒐集皆能提升建築物管理之效率。
- 因我國在經濟快速發展及都市化過程中，國民所得及生活水準不斷提高，小汽車數量亦逐年增加，找尋車位所需之停車使用率資料即有應用價值，本所亦於2023年完成內政大數據整合智慧建築資料應用之可行性研究，從中了解智慧建築附設停車使用率資料擁有高社會經濟價值，資料龐大且具實用性。
- 為提高智慧建築資料再利用之經濟及社會價值，結合前述建築物停車使用率資料之可應用性，本研究透過實際案例分析瞭解依據內政部職掌之建築法規及都市計畫有關建築物附設停車位數量規定設置之停車使用率實際情形，並應用機器學習技術整合分析內政大數據及智慧建築資料，建立建築物停車使用率預測、分類模型。

緒論

研究內容

蒐集國內智慧建築案例資料建立建築物停車需求預測模型

- 取得智慧建築標章之建築物附設停車位使用資料至少30案，並應用機器學習等方法建立建築物停車需求預測模型。
- 說明跨部會資料串接加值應用所衍生效益，並配合淨零建築政策，預測電動車停車需求數量。

應用建築物停車需求預測模型，進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析

- 挑選社會住宅案例進行建築物自行增設停車位數量優化決策模擬分析，預測該案例出現停車位數量需求高於或低於法規規定數量之可能時段、數量差距等，模擬分析將閒置停車位數量即時聯網開放加值應用之效益。

提出本所內政大數據競賽提案小論文（草案）

- 說明建築物停車位數量需求不確定衍生之問題，影響利害關係人並產生何種影響，完成提案之痛點分析，並提出本案成果未來短期、長期應用推廣之建議。

5

緒論

研究範圍

研究對象

- 研究對象為智慧建築標章或候選部智慧建築證書之建築物附設停車空間，分析其停車使用率與停車服務水準。

空間範圍

- 空間範圍界定為臺北市行政轄區範圍，透過臺北市政府停車管理工程處取得智慧建物停車使用資料，並以相關統計軟體進行分析，以作為後續探討智慧建築停車需求之分析與推估基礎。

時間範圍

- 本研究蒐集2023年每日每小時之停車使用率資料，藉由分析365天中每小時之停車資料以了解準確之智慧建物停車使用情形。

6

緒論

研究方法及流程

統計分析

- 將智慧建築附設停車空間資料與其他相關變數資料進行歸納與清洗，使用敘述性統計分析（Descriptive Statistical Analysis）對樣本資料的實質特性進行分析，了解數據的分佈情況、均值等基本統計量。

迴歸分析

- 多元線性迴歸：以影響停車需求的因素作為自變數，停車使用率作為應變數，探討各變數對停車使用率之影響。
- 多類別羅吉斯迴歸：以影響停車需求的因素作為自變數，停車服務水準作為應變數，分析自變數與應變數之間的非線性關聯性，並進行停車服務水準的推估。

機器學習

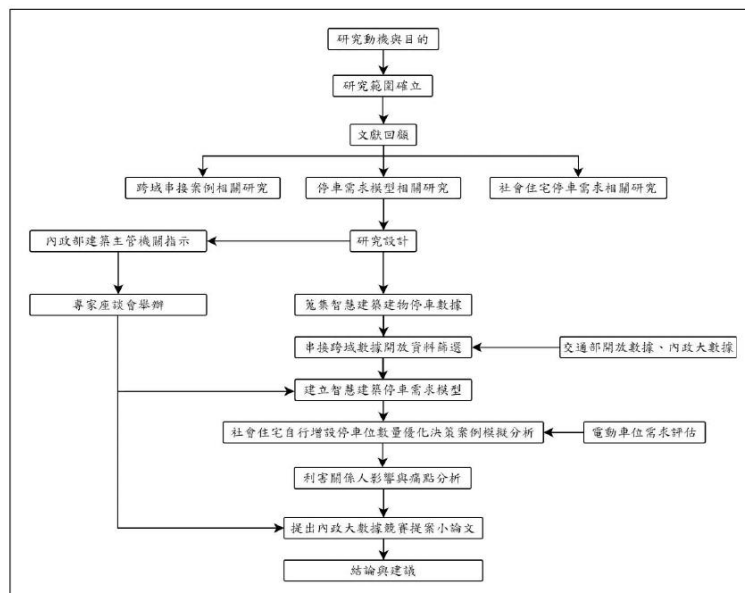
- 以R語言建構K近鄰演算法模型（K-Nearest Neighbor，簡稱KNN），其為監督式學習的一種，利用智慧建築附設停車使用率資料，進行停車服務水準的推估，自變數為影響停車需求的因素，應變數為停車服務水準。

專家座談

- 為探討應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究，本團隊邀請統計專家、資策會專家進行座談會，探討統計分析結果、案例模擬自設停車位分析結果、政策建議、資料隱私權之可行性。

7

研究流程圖



8

工作時程表

工作項目	第一個月	第二個月	第三個月	第四個月	第五個月	第六個月	第七個月	第八個月	第九個月	第十個月
1. 跨域串接案例相關研究	★	★	★	★						
2. 停車需模型相關研究	★	★	★	★						
3. 社會住宅停車需求相關研究	★	★	★	★						
4. 研究設計			★	★	★	★	★			
5. 蒐集智慧建築停車數據			★	★	★	★	★			
6. 串接跨域數據開放資料篩選			★	★	★	★	★			
7. 建立智慧建築停車需求模型			★	★	★	★	★			
8. 舉辦專家座談會			★	★	★	★	★	★	★	
9. 社會住宅自行增設停車位數量優化決策案例模擬分析					★	★	★	★	★	
10. 提出本所內政大數據競賽提案小論文(草案)					★	★	★	★	★	
預定進度(累積數) %	5	15	25	35	45	60	70	80	90	100

9

PART

2

蒐集國內智慧建築資料建立建築物停車需求預測模型

- 文獻回顧
- 模型變數設計
- 模型建立

資料蒐集項目

📌 文獻回顧

📍 智慧建築相關文獻

- 以「[智慧建築](#)」、「[大數據分析與人工智慧應用](#)」及「[停車空間](#)」為基礎，分析文獻課題。
- 篩選前開文獻是否[符合跨域串接應用](#)，亦從中探究是否[具跨域串接應用之可能性](#)。
- 審視文獻之[分析方法](#)、[變數應用](#)於本案之可行性。

📍 國內外智慧建築串接相關案例

- 以「[智慧建築](#)」及「[停車空間](#)」為基礎，探討基本規定。
- 探究是否對[跨域串接應用產生影響](#)。
- 審視後續資料分析成果與現有[法制應用之差異](#)。

📍 停車供需分析模型

- 蒐集影響停車需求影響變數，包含建成環境、自然環境及社會經濟變數等，及文獻中最常使用的停車模型為多元線性迴歸模型、多類別羅吉斯迴歸模型及 K 近鄰演算法。

11

智慧建築相關文獻回顧

📌 智慧建築

- 智慧住宅高齡照護設計指引（內政部建築研究所）；智能控制產品應用於智慧建築關鍵因素之探討（江尚胤、翁在龍、黃然）；智慧建築安全監控資料應用法制課題與因應對策（王自雄、周晨蕙）
 - [智能控制產品之應用](#)、[智慧住宅高齡照護之設計](#)、[智慧建築資料安全](#)。

📌 大數據分析與人工智慧應用

- 智慧停車為大數據分析、機器學習及人工智慧等技術常見之實際應用面向（Kambatla et al., 2014）
 - [建物智慧停車場常見之應用](#)，如車位監測和管理、智慧引導和導航、停車場支付系統、停車管理和運營改善等。

📌 國內智慧建築跨域串接相關案例

- 屏東勝利公園智慧停車場、研華林口物聯網智慧園區、智慧建築雲端平臺應用推廣計畫（內政部建築研究所）、光世代雲端智慧綠建築系統（中華電信集團）
 - [目前國內智慧建築融合資訊科技與設立雲端平台提供民眾更為便利的生活環境](#)。

📌 國外智慧建築跨域串接相關案例

- The Edge（荷蘭）、Media-ICT 大樓（巴塞隆納）、Hattingen 銀髮照護住宅（德國）、新加坡首都大廈、One Taikoo Place
 - [國外之智慧建築多結合了智慧節能、智能通風排氣、智能隔熱及智能發電等面向，並透過人工智慧（AI）、物聯網（IoT）、雲端運算、大數據、線上管理系統等相關技術的應用，提高能源運用效率，並提供使用者更為便利的環境](#)。

12

智慧建築跨域串接

📌 建物停車空間

- 📍 資訊提供對路外停車場選擇行為的影響－台南市中心之實證（葉光毅、鄭光銘、黃幹忠、林玲芬）；鼓勵建築物增設停車空間使用現況調查之研究以臺北市大安區、中山區為例（賀士熙）
 - 🔗 [路外停車場選擇因素、停車空間供給與公眾使用目的](#)。

📌 停車供需

- 📍 以工具變數法分析台北市路邊停車空間變化對停車行為的影響（林彥竹、黃景沂）；國立科學博物館停車供需調查研究（顏上晴）；土地使用與停車特性之研究-以新北市板橋區為例（陳世雄、蕭再安）；停車區位選擇與停車延時之混和（姜渝生、王福裕）；都市停車場區位選擇之研究（衛萬明、廖晉廷）
 - 🔗 [停車供需與停車特性之關連、停車場區位、停車供需模型與變數](#)（服務水準屬性、停車場設置區位、旅次情境等）。

📌 小結

- 📍 影響停車需求之自變數歸類為五大類：
 - 🔗 社會經濟因素、建成環境因素、自然環境因素、制度因素、時間因素。

13

相關法規回顧

📌 建築規範

- 📍 智慧建築標章申請審核認可及使用作業要點、智慧建築設計技術參考規範、都市危險及老舊建築物建築容積獎勵辦法、都市更新建築容積獎勵辦法等
 - 🔗 [智慧建築定義、智慧建築規範、符合特定條件（如取得候選等級智慧建築證書後）之容積獎勵等](#)。

📌 停車空間

- 📍 都市計畫法、都市計畫法臺灣省施行細則、都市計畫定期通盤檢討實施辦法、都市計畫各種土地使用分區及公共設施用地退縮建築及停車空間設置基準、臺北市土地使用分區管制自治條例、建築技術規則等
 - 🔗 [停車空間建築設計規範、停車設施容積獎勵、不同土地使用分區之停車空間劃設準則、不同建築物之停車空間劃設準則等](#)。

14

國內智慧建築案例資料

資料取得與處理

智慧建築停車使用率資料說明

- 本研究經臺北市停車管理工程處取得2023年之建築物附設停車使用率資料，包含每日每時之停車使用率資料；智慧建築共計30處，原始資料數量為每日24小時*年365天*30處，共計262,800筆。
- 以上資料管理人為臺北市停車管理工程處，其授權資料給本研究做使用，資料並無涉及車牌號碼、個人資料等隱私問題，也無須進行去識別化。

日期	時間	使用率	停車量
2023/1/1	0	65%	42
2023/1/1	1	75%	48
2023/1/1	2	78%	50
2023/1/1	3	80%	51
2023/1/1	4	80%	51
2023/1/1	5	80%	51
2023/1/1	6	76%	49
2023/1/1	7	72%	46
2023/1/1	8	73%	47
2023/1/1	9	66%	42
2023/1/1	10	54%	35

智慧建築名稱	行政區
明倫社會住宅	大同區
南門市場	中正區
僑安地下停車場	
國立臺灣科技大學國際大樓	大安區
國立政治大學公共行政及企業管理教育中心	
瑞光社會住宅	內湖區
行善社會住宅	
國立政治大學司徒達賢圖書館	
文山運動中心	文山區
興隆公共住宅D2	
臺北榮民總醫院第三門診大樓	
臺北榮民總醫院長青樓	
臺北榮民總醫院二號門停車場	北投區
新奇岩社會住宅	
國立臺北護理健康大學爾雅樓停車場	
國立臺北護理健康大學學思樓停車場	
健康社會住宅1區	松山區
健康社會住宅2區	
松山工農地下停車場	
信義行政中心	
廣慈社會住宅1區地下停車場	信義區
廣慈社會住宅2區地下停車場	
廣慈衛福大樓地下停車場	
東明公共住宅甲區	
東明公共住宅乙區	南港區
小彎社會住宅	
萬華運動中心	
青年社會住宅	萬華區
莒光社會住宅	

15

國內智慧建築案例資料

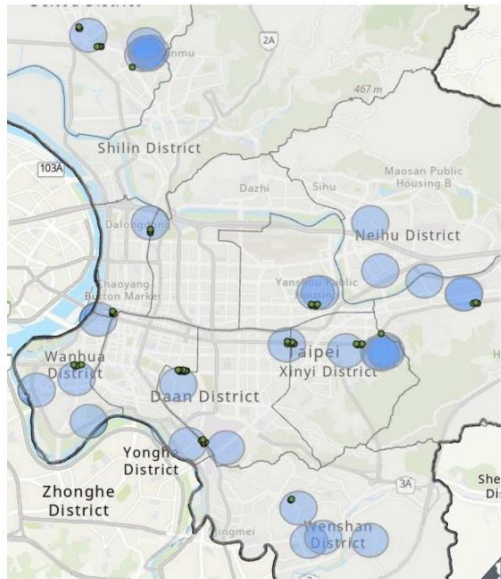
統計分析設計與模型設計

統計分析

- 本研究針對研究範圍30處智慧建築地點分佈與其停車使用率進行敘述性統計。
- 分析過程中使用R Studio對已處理之停車使用率資料進行計算，並繪製相關圖表，呈現其特性與需求趨勢，如站點分佈、研究時間內平（假）日之使用率、晨（昏）峰之使用率。
- 透過ArcGis之Buffer與Intersect功能，進行探索式分析，尋找方圓五百公尺內大眾運輸場站數目資料，以及最近之氣象站天氣資訊。

投入變數

- 多元線性迴歸模型之應變數為智慧建築於2023年12個月每日每小時之停車使用率。
- 另外在多類別羅吉斯迴歸模型、K近鄰演算法模型中，本研究參考臺北市汽機車停車供需調查報告，將需供比服務水準作為分類模型之應變數。
- 自變數透過文獻回顧蒐集制度因素、自然環境、建成環境、社會經濟與時間變數。



16

國內智慧建築案例資料

建築物附設停車需求模型設計

自變數資料蒐集

- 以建築物本身使用特性以及其建成環境與座落位置等因素對於停車需求所帶來之影響，分析建築物停車空間吸引或者不吸引停車使用者之原因
- 從開放平台獲取資料，共計29種自變數。

變數類型	變數	單位	備註
應變數	使用率	%	每小時使用車位數*100/車位數
	停車服務水準	類別變數	資料來源：臺北市停車管理工程處
	連續假期	虛擬變數	類別為古斯迪模型，KAN模型；以停車使用率估照表2-1劃分為A、B、C三類
	平日晨峰	虛擬變數	連續假期：1，其餘時段：0
	平日午峰	虛擬變數	平日晨峰：1，其餘時段：0
時間變數	平日午峰	虛擬變數	平日午峰：1，其餘時段：0
	平日晚峰	虛擬變數	平日晚峰：1，其餘時段：0
	假日午峰	虛擬變數	假日午峰：1，其餘時段：0
	假日晚峰	虛擬變數	假日晚峰：1，其餘時段：0
	下雨	毫米/每小時	條件為每小時大於0.5毫米，資料來源為智慧建築最近氣象站資訊，2023
自然變數	低溫	度	條件為低於15度，資料來源為智慧建築最近氣象站資訊，2023
	高溫	度	條件為高於26度，資料來源為智慧建築最近氣象站資訊，2023
制度變數	假日費率	元/小時	數值變數
	平日費率	元/小時	
	月租費率	元/月	
	行政區	類別變數	
建築技術規則分類	建築技術規則分類	類別變數	各智慧建築建築使用用途分類，依建築技術規則設計施工編第59條
	車位數	格數	數值變數
	鄰近公車站數	站數	
	鄰近捷運站數	站數	
建成環境變數	鄰近路邊停車位數	格數	
	鄰近公共自行車站	站數	數值變數，透過ArcGis之Buffer與Intersect功能，尋找方圓五百公尺內之數目。
	鄰近工商業家數	家數	
	商業使用	比例	
社會經濟變數	純住宅使用	比例	2023最小統計區
	混合使用	比例	
	公共使用	比例	
	遊憩使用	比例	
社會經濟變數	人口密度	人/平方公里	2023最小統計區
	學齡人口比例	比例	
	老化指數	比例	
	身心障礙比例	比例	

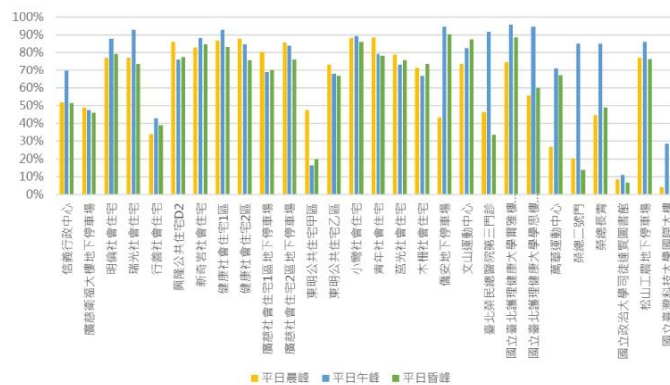
17

國內智慧建築案例資料

統計分析

平均使用率分析（被使用之總車位數／總車位供給數）

- 晨峰與昏峰平均停車使用率較低，午峰平均停車使用率高，整體呈現凸字型，如學校、商場、醫院等公眾場所。
- 另一類型呈現凹字狀，晨峰與昏峰平均停車使用率較高，午峰平均停車使用率高，如社會住宅。



18

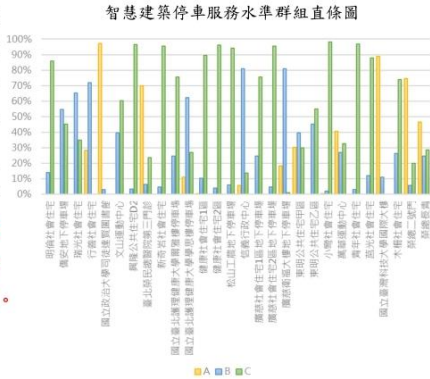
國內智慧建築案例資料

建築物停車服務水準分析

服務水準	使用率	停車需求
A	使用率 ≤ 0.5	停車需求少
B	0.5 < 使用率 ≤ 0.75	停車需求中等
C	0.75 < 使用率 ≤ 1	停車需求高

建築物停車服務水準

國立政治大學司徒達賢圖書館、國立臺灣科技大學國際大樓停車場、臺北榮民總醫院第三門診與榮總二號門停車場之A服務水準比例相當高，說明學校、醫院大多時間停車空間是閒置的。



智慧建築名稱	A	B	C
明倫社會住宅	0%	14%	86%
僑安地下停車場	0%	55%	45%
瑞光社會住宅	0%	65%	35%
行善社會住宅	28%	72%	0%
國立政治大學司徒達賢圖書館	97%	3%	0%
文山運動中心	0%	40%	60%
興隆公共住宅D2	0%	3%	97%
臺北榮民總醫院第三門診	70%	6%	24%
新奇岩社會住宅	0%	5%	95%
國立臺北護理健康大學爾雅樓停車場	0%	25%	75%
國立臺北護理健康大學學思樓停車場	11%	62%	27%
健康社會住宅1區	0%	10%	90%
健康社會住宅2區	0%	4%	96%
松山工農地下停車場	0%	6%	94%
信義行政中心	6%	81%	14%
廣慈社會住宅1區地下停車場	0%	25%	75%
廣慈社會住宅2區地下停車場	0%	5%	95%
廣慈衛福大樓地下停車場	18%	81%	1%
東明公共住宅甲區	30%	40%	30%
東明公共住宅乙區	0%	45%	55%
小臂社會住宅	0%	2%	98%
萬華運動中心	41%	27%	33%
青年社會住宅	0%	3%	97%
莒光社會住宅	0%	12%	88%
國立臺灣科技大學國際大樓	89%	11%	0%
木柵社會住宅	0%	26%	74%
榮總二號門	74%	6%	20%
榮總長青	47%	25%	29%

建築物停車服務水準佔比表

國內智慧建築案例資料

探索式分析

為探討晚上時段閒置無人利用之停車場，將條件設為凌晨0至6點間且服務水準為A的停車場

發現此時段的國立政治大學司徒達賢圖書館、國立臺灣科技大學國際大樓停車場、臺北榮民總醫院第三門診與榮總二號門停車場的A服務水準達到100%，萬華運動中心、榮總長青樓停車場A服務水準的比例亦很高，本研究推測上述6個停車場目前無月租或者附近夜晚停車需求不高。

本研究探討午峰時段且服務水準為C的比例情形，以了解午峰時段停車場壅塞之情形

發現多數社會住宅於午峰時段且服務水準為C的比例減少，說明多數車輛於午峰時段仍會離開社會住宅，而在午峰時段之前提下，僑安地下停車場、文山運動中心、國立臺北護理健康大學爾雅樓停車場、國立臺北護理健康大學學思樓停車場等停車場，與簡報第18頁之C服務水準相比，百分比皆大幅上升，說明建築於午峰時段為尖峰時段。

智慧建築名稱	0-6時之服務水準A佔比	11-13時之服務水準C佔比
明倫社會住宅	0%	96%
僑安地下停車場	0%	96%
瑞光社會住宅	0%	66%
行善社會住宅	19%	0%
國立政治大學司徒達賢圖書館	100%	0%
文山運動中心	0%	95%
興隆公共住宅D2	0%	96%
臺北榮民總醫院第三門診	100%	66%
新奇岩社會住宅	0%	94%
國立臺北護理健康大學爾雅樓停車場	0%	100%
國立臺北護理健康大學學思樓停車場	0%	82%
健康社會住宅1區	0%	89%
健康社會住宅2區	0%	98%
松山工農地下停車場	0%	95%
信義行政中心	6%	25%
廣慈社會住宅1區地下停車場	0%	32%
廣慈社會住宅2區地下停車場	0%	61%
廣慈衛福大樓地下停車場	12%	0%
東明公共住宅甲區	0%	0%
東明公共住宅乙區	0%	30%
小臂社會住宅	0%	63%
萬華運動中心	98%	62%
青年社會住宅	0%	92%
莒光社會住宅	0%	35%
國立臺灣科技大學國際大樓	100%	0%
木柵社會住宅	0%	17%
榮總二號門	100%	65%
榮總長青	76%	66%

模型建立

共線性檢定

- 應變數為停車使用率，自變數為前述29種變數。
- VIF值越高代表此變數
- 經過實證，自變數**工商業總家數**、**住宅土地使用等變數** $VIF \geq 10$ ，存在共線性問題，必須考慮移除變數或對模型進行矯正。
- 故本研究將VIF過高之自變數刪除後，繼續建構模型。

變數	VIF
月租費率	2.98
車位數	1.20
平日費率	3.37
假日費率	4.81
平日晨峰平均使用率	1.01
平日午峰平均使用率	1.03
平日昏峰平均使用率	1.01
假日午峰平均使用率	1.01
假日昏峰平均使用率	1.00
降雨量	1.00
氣溫	1.04
鄰近停車位數	3.52
老化指數	2.02
鄰近公車站數	2.06
鄰近捷運站數	3.11
學齡人口數	2.90
鄰近公共自行車	1.76
商業區土地比例	3.20
混合使用住宅土地比例	2.57
遊憩利用土地總數	2.95
公共利用土地比例	4.03
人口密度	3.51

21

模型建立

預測停車使用率之多元線性迴歸模型

- 大部分自變數的p-value非常小，表明這些自變數對模型的貢獻具有高度顯著性。模型的調整後R平方值表明了該模型能解釋**45.36%**的變異。
- 與停車使用率顯著正相關的自變數有月租費率、**假日費率**、平日午峰、假日午峰、**降雨量**、**氣溫**、**鄰近停車位數**、**鄰近捷運站數**、學齡人口數、混合使用住宅、**人口密度**。
- 與停車使用率顯著負相關的自變數有車位數、平日費率、**鄰近公車站數**、**鄰近公共自行車站數**、**商業土地使用**、公共利用土地使用、遊憩利用土地總數。

22

預測停車使用率之多元線性迴歸模型

變量	Min	1Q	Median	3Q	Max	
	-0.786	-0.143	0.010	0.151	0.807	
說明變數	Estimate	Std. Error	T value	Pr (> t)	p value<0.1	解釋
截距	8.848	6.688	132.305	2e-16	<0.001	
月租費率	4.067	8.409	48.367	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率正相關
車位數	-3.850	3.897	-98.800	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
平日費率	-1.125	8.124	-138.49	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果相同，說明費率越高停車使用率越低。
假日費率	5.001	1.380	36.247	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果相同，說明可能假日出遊的汽車使用者較多。
平日晨峰平均使用率	-1.109	2.091	-5.305	1.13e-7	<0.001	顯著，平日晨峰停車使用率下降，說明汽車離開建築物。
平日午峰平均使用率	1.178	2.108	55.888	2e-16	<0.001	顯著，平日午峰停車使用率上升。
平日昏峰平均使用率	-1.620	2.091	-0.775	2e-16		
假日午峰平均使用率	2.289	3.226	7.096	2e-16	<0.001	顯著，假日午峰時停車使用率上升。
假日昏峰平均使用率	-4.920	3.218	-1.529	0.12632		
降雨量	8.241	2.978	2.767	0.0056	<0.05	顯著，說明降雨越多，停車使用率增加
氣溫	2.062	8.873	23.237	2e-16	<0.001	顯著，說明氣溫越高，停車使用率增加
鄰近停車位數	2.530	3.488	72.538	2e-16	<0.001	顯著，說明當建成環境之停車位數越多，建築物停車使用率就會增加
老化指數	-3.185	2.501	-127.33	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
鄰近公車站數	-4.047	1.424	-28.409	2e-16	<0.001	顯著，鄰近公車站數越多停車率越低，說明該建築所在地人潮多，使用大眾運輸大於私人運具。
鄰近捷運站數	3.147	4.049	77.725	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果不同，說明捷運站較多之處停車率仍然較高，可能為使用者需要轉運，亦可能是樣本數仍不足夠。
學齡人口數	-2.141	1.011	-21.186	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
鄰近公共自行車	-2.035	1.488	-136.76	2e-16	<0.001	顯著，鄰近公共自行車站數越多停車率越低，說明該建築所在地人潮多，使用大眾運輸大於私人運具。
商業區土地比例	-7.638	1.374	-55.585	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果不同，說明商業區過於集中停車使用率有可能會減少，亦可能是樣本數仍不足夠，或者受到如費率因素之影響。
混合使用住宅土地比例	8.735	4.099	21.312	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率正相關
遊憩利用土地比例	-3.747	4.273	-8.769	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
公共利用土地比例	-1.179	2.982	-39.548	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
人口密度	7.305	3.232	22.601	2e-16	<0.001	顯著，說明人口密度高之地區，停車需求高。

模型建立

預測停車服務水準：多類別羅吉斯迴歸模型

- 自變數如簡報第16頁，共29種
- 應變數為**停車服務水準**
- 透過機器學習的方式，建立**測試集與訓練集**，前者將所有資料之20%當作對照組，後者將所有資料之80%作為機器學習之對象
- 最後進行比對，生成混淆矩陣，完成對停車服務水準之預測分類。

模型整體準確率 (Accuracy): **0.7556**

類別A

- 精確率 (Precision): 0.9413
- 召回率 (Recall): 0.7476
- F1 分數 (F1 Score): 0.8332

類別 B

- 精確率 (Precision): 0.3645
- 召回率 (Recall): 0.5894
- F1 分數 (F1 Score): 0.4503

類別 C

- 精確率 (Precision): 0.7961
- 召回率 (Recall): 0.7676
- F1 分數 (F1 Score): 0.7816

服務水準	使用率	停車需求
A	使用率 ≤ 0.5	停車需求少
B	0.5 < 使用率 ≤ 0.75	停車需求中等
C	0.75 < 使用率 ≤ 1	停車需求高

	推估為A分類	推估為B分類	推估為C分類
實際為A分類	12045	2064	2245
實際為B分類	640	4089	1635
實際為C分類	263	4596	15961

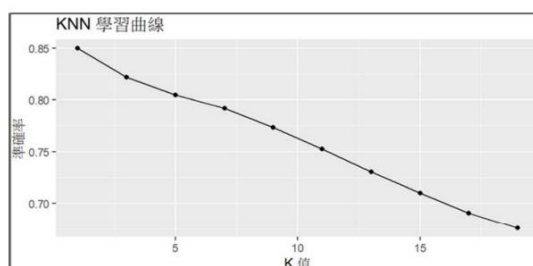
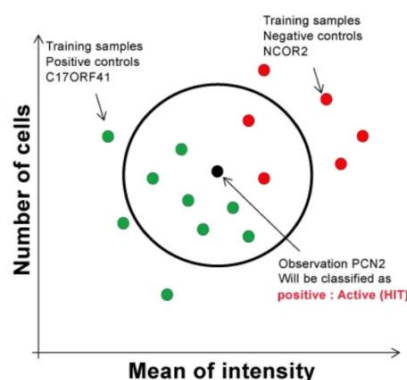
模型建立

預測停車服務水準：K近鄰演算法 (KNN)

自變數與應變數皆與多類別羅吉斯迴歸模型一樣。

參數調整：

- K值的選擇對模型性能至關重要。過小的K值可能導致過擬合，過大的K值可能導致欠擬合。
- 通常通過交叉驗證方法，評估不同K值下模型的性能，選擇在驗證集上表現最好的K值。
- 樣本經交叉驗證後，K等於5。



25

模型建立

預測停車服務水準：K近鄰演算法

模型整體準確率 (Accuracy): 0.9275

類別 A 的表現：

- 精確率: 0.9684，誤報率很低。
- 召回率: 0.9540，大多數 A 類樣本被正確識別。
- F1 分數: 0.9612，預測效果非常好。

類別 B 的表現：

- 精確率: 0.8020，誤報率較低。
- 召回率: 0.8414，漏報率較低。
- F1 分數: 0.8212，預測效果良好。

類別 C 的表現：

- 精確率: 0.9343，誤報率很低。
- 召回率: 0.9164，漏報率較低。
- F1 分數: 0.9253，預測效果非常好。

模型總結與建議

- 在建構準確率約75%的多類別羅吉斯迴歸模型後，本研究繼續透過機器學習方法，透過好的分類模型，來提高分類預測準確率，而KNN 模型分類效果優秀，本研究亦使用交叉驗證進一步優化 KNN 模型參數，例如 k 值的選擇，以達到更好的分類效果。

	推估為A分類	推估為B分類	推估為C分類
實際為A分類	12489	563	120
實際為B分類	360	8523	1190
實際為C分類	100	1663	18531

26

PART 3

應用建築物停車需求預測模型進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析

- 文獻回顧
- 停車需求問卷調查

優化案例分析

📌 文獻回顧

- 📍 目前國內外對於住宅區中的停車需求議題，文獻中提到家庭的擁車率隨著時間的推移增加，但停車數量卻沒有彈性增加以匹配日益增長的停車需求。
- 📍 在高密度的住宅區，因停車位有限導致供不應求的情形，部分國家透過興建大眾運輸設施來減少私人運具使用的次數，緩解停車需求的問題。
- 📍 交通影響評估：以社會住宅之停車需求的角度而論，興建社會住宅將會引進一定規模之居住人口，產生停車需求，因此完善的交通影響評估不但可以降低對環境的傷害，亦可舒緩交通擁擠情形。
- 📍 另外也有國家透過提高停車收費，或是規定購買停車需附上擁有合法停車位的證明，以減少都市內汽車的數量，並創造更舒適的生活環境。

停車需求問卷調查

問卷調查

- 為應用建築物停車需求預測模型進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析，透過問卷了解社會住宅附設停車場使用情形及居民停車需求。
- 問卷旨在探究興建社會住宅所引進之人口，對於社會住宅之交通、停車需求與居住品質產生之影響，以作為後續自設停車位數量檢討與停車管理之參考。
- 調查對象條件為「臺北市社會住宅住戶及社會住宅周邊居民」，目前臺北市興建之社會住宅共 30 處，扣除未附設停車位之社會住宅共計 17 處。
- 在考量執行成本、可接觸受訪者數量及填寫問卷之便利性等情況下，本研究係以 Survey Cake 網站進行問卷製作，主要採用網路問卷方式進行調查，於各大網路社團及社會住宅群組進行發送。

29

停車需求問卷調查

問卷調查統計結果

- 共計發放 326 份問卷，並將「問卷填寫一樣答案」及「問題回答有缺漏者」等情形視為無效問卷。在扣除掉無效問卷後，最終收回之有效問卷數量為306 份，有效問卷回收率為 93.5%。
- 問卷填答者有233位為社會住宅承租戶，佔本調查76.10%，而社會住宅周邊住戶係針對鄰近社會住宅之住戶進行調查，共計調查數量為73位，佔本調查23.80%。
- 由問卷結果可知，有 85.2%之填答者同意社會住宅停車場應保留一定比例或更多停車位給社會住宅承租戶，可推測目前社會住宅之停車政策無法滿足社會住宅住戶之停車需求。
- 有超過五成的填答者認為目前社會住宅與周邊停車規劃不足，需要再增加停車數量以滿足住戶的需求。

30

PART

4

提出本所內政大數據競賽提案小論文（草案）

內政黑客松競賽

內政黑客松競賽

- ★ 本研究經過痛點分析，決定延伸本案主題「應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究」，將主題訂為「接住需要無障礙停車位的妳/你—友善高齡之建築物無障礙停車位共享及建築法規調適循證決策資料服務」
- 📍 高齡使長者的生理機能逐漸衰退，出現：肌肉、關節退化、聽力減退、視力減退、感覺反應變慢、疾病纏身、行動不便等生理反應，甚至成為身心障礙者。
- 📍 內政部為建築法規定之中央建築主管機關，依身心障礙者權益保障法規定(附錄一、二)，訂定**建築技術規則建築設計施工編第167-6條**規定略以，建築物法定停車位總數量為50輛以下者，應至少設置1輛無障礙停車位；51輛以上者，依附錄三規定計算設置無障礙停車位數量。
- 📍 依內政部2011年統計資料身心障礙者約108.4萬人，65歲以上占全體36.7% (39.7萬人)；衛生福利部2023年統計資料，身心障礙者已超過120萬人，65歲以上占全體47.4% (57.6萬人)，並顯著高於其他年齡組(0.1%~14.9%)。
- 📍 因應高齡身心障礙者人數近12年大幅增加(人數成長約45%)之高齡社會發展趨勢，**本所提出因應友善高齡之建築物無障礙停車位可用時段預測、以及建築規範調適循證決策資料服務**，使高齡者及其照顧者及時獲得可用之無障礙停車位資料，滿足其使用需求外；並協助內政部由停車位使用之歷史資料分析，掌握建築法規實施現況，作為未來法規調適循證決策之參考資料，以減少法規修正決策之不確定性。

身障者停車位供需背景資料：供不應求

建築法規供給

- 建築技術規則建築設計施工編第十章無障礙建築物相關規定條文規定，建築物法定停車位總數量100部以下，無障礙車位只占停車位2%。200部以下，無障礙車位只占停車位1.5~2%

實際需求

- 新北市身心障礙者汽車比例約含營業車:4.6%；不含營業車：4.8%。
- 112年台北市身心障礙者汽車比例約含營業車:4.9%；不含營業車：6.2%。

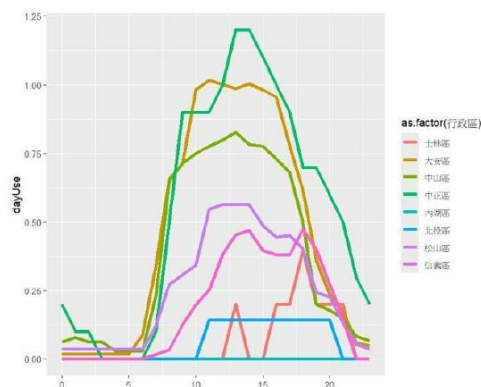
3、本府交通局（書面意見）：

- (1)本案為第1類建築物，規劃175戶(含一般零售業、住宅)，設置汽車停車位167席、機車178席及自行車停車位52席，已達建築物交通影響評估標準則提交評門檻。
- (2)本案設175戶，規劃設置167席汽車停車位，基地作住宅使用仍應滿足一戶一汽車位，惟基地停車位之檢討除須符合建技規則外，尚需滿足本案開發衍生之實際停車需求，故請補充說明並詳實評估所設汽車停車位是否滿足所衍生停車需求；倘有停車供給不足情況，應研提改善措施或增加停車給。
- (3)考量新生活模式民生交通趨勢，基地開發物流、送餐、接送臨停等需求日增，請開發單位就基地規模、形狀及臨路等許可條件，於基地內地面層與車道出入口整併內化設置短時臨停空間。

33

依據

台北市第三至五類用途無障礙停車位實際使用率歷史資料分析



小結：大安區、中山區、中正區供不應求

34

PART 5

初步結論與後續工作

- 初步發現
- 後續執行規劃

初步結論

- ✦ 依據建築物用途，研究發現社會住宅停車使用率高，學校與醫院停車場假日與夜間使用率低，商業使用停車場日夜使用率差距大
 - 📍 數據分析顯示，停車需求與建築物的功能、位置、周邊公共交通設施等因素密切相關。
- ✦ 研究發現天氣因素、停車費率、鄰近建築物使用、公共交通便利性、以及區域人口密度等變數顯著影響停車使用率
 - 📍 經實證分析，跨域資料作為自變數效果佳，研究結果顯示顯著影響智慧建築附設停車使用率的變數主要包括天氣、費率、鄰近建築物使用、大眾運輸便利性以及區域人口密度等。
- ✦ 機器學習模型預測停車服務水準之準確率佳
 - 📍 機器學習之KNN模型在推估智慧建築附設停車服務水準具有92%的準確性，模型的準確性達到預期目標。可有效推估新建物停車需求，亦能針對既有建築物進行有效之停車管理，減輕建築基地周圍公共停車負擔，對公共交通可產生社會貢獻或公益性以及提高建築物自償性。
- ✦ 建議智慧建築停車使用率數據資訊標準化
 - 📍 在研究過程發現所有數據需轉換為數值始能放入模型，如建築物使用用途應轉換為虛擬變數（數值），每月、每日、每小時等時間變數需轉換為數字形式，故本研究建議未來政府部門若建置停車及時資訊平台時，應給定標準化後的數據轉換方式。

後續工作

完成應用建築物停車需求預測模型進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析

- 自設停車位數量決策優化應以區域性的觀點切入，除了基本建築物用途產生的停車需求，應兼顧建築物周邊所產生之停車需求，進行周邊居民與社宅住戶對於建築物附設停車需求之調查，以探討現有社宅停車位數是否有閒置或壅塞之情形，再進一步探討自設停車位數量是否符合需求。
- 結合問卷調查結果與建築物附設停車需求模型，預測準確之建築物停車需求，提出建築物自設停車位數量優化與相關停車管理之建議。

召開專家座談會

- 請專家、學者針對智慧建築停車需求模型、優化案例模擬分析、內政黑客松資料分析競賽給予專業建議。

完成內政黑客松競賽

- 依據數據分析結果，提出建築物無障礙停車位數量需求預測模型，檢討現有建築技術規則設計施工編第167-6條並提出結論與建議。

37

簡報結束
敬請指教

附錄八 期中審查意見回應表

委員	審查委員意見（依發言順序）	廠商回應
1	江教授哲銘： 1. 首先建議國土署建管，發放建照的部分，停車場部分要做定位，平台做定位，幫助數位化，建照使照拿到後，建築物基地不能只做位置圖，可以設置平台，定位跟掌握較有效率。 2. 區域型的需求點，智慧化的提供情報，讓使用者可以馬上知道停車場位置可以使用，連結第一點建照使照有 xy 定位，就可以有清楚連結。 3. 建築型態跟個案規模是否有不同，可以在研究案下一階段做討論。	1. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考，詳見第四章小結。 2. 感謝委員指教，本研究目前尚未考慮此課題，建議後續之研究將此議題納入。 3. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考。
2	黃建築師沛永員： 1. 報告書有提及表 2-2 停車基本規定的需求，符合設置停車空間的標準從 82 年到現在都沒有變，是否國土署要留意，小客車變為 735 萬輛，標準沒變但需求改變，各縣市自制條例先不談，這部分是否可以使用大數據分析來，不管是社會住宅或是集合住宅，大部分都晚上停，是否把剩下停車位可以供外面使用，這一塊拿來大數據分析。 2. 資訊揭露很重要，像是嘉義停車場有設置周邊停車場的面板，讓使用者可以即時找到停車位，有停車位沒有訊息揭露無意義。 3. P30 頁的表格，鄰近停車數位，500 公尺是否含有路外的停車格，容易失真，要注意是否含有路外停車場。	1. 感謝委員指教，已於報告書第三章第三節，利用個案分析探討使用需求。 2. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考，詳見第四章第伍點。 3. 感謝委員提醒，鄰近停車數位，500 公尺內不含有路外的停車場，已於報告書補充說明，詳見表 2-5 本研究可取得之自變數。
3	廖建築師慧燕： 1. 大數據分析需求強烈，呼應江老師，未來停車場尤其是有提供外車使用的，數據相當重要，預測是一個重點，蓋新建物的需求，更重要的是如何揭露資訊，不管是看板，像是 google map 也可以使用，大數據的整合所有可以開放民眾使用的，都可以納入，甚至交通服務量都可以考慮進來，需求多不一定要蓋停車場，因為有可能吸	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員指教，本研究所討論的目標為建築技術規則內所提及之無障礙車位，可供兒童、孕婦、老人、身心障礙者及暫時性受傷者可方便使用，已於報告書補充說明，詳見第四章第貳點。 3. 感謝委員指教，已於報告書

	引更多車輛來停車。 2. 無障礙車位，剛剛用的 2%有點小問題，無障礙是針對身體障礙，運用數據問題可能要小心。 3. 做出模型也很有意義，有很多地方無障礙是不夠，但也有閒置的情況。這種狀況在報告裡面也可以詳細描述，不然會誤導。現在要求建築物公共停車的無障礙增加，若需要就是有設置的公平機會，但如果造成誤導也相當可怕。 4. 可以參考肢體障礙開車以及家屬有行動不便者申請的申請照，或許台北市跟新北市可以找到資料，但其他縣市難掌握。	補充說明，詳見第四章第伍點。 4. 感謝委員指教，目前僅針對無障礙停車位需求現況，未來研究會將此建議納入參考。
3	王委員安強： 1. 停車場的這部分也很清楚了解比去年進步許多，內政黑客松一定會得獎，不管是大數據還是數據都很嚴謹，還包括問卷，花的心思相當敬佩。 2. 後續預計成果，%的指標，後續要如何衡量。 3. 黑客松的痛點分析非常重要，前面都在說需求模型的預測，無障礙只是停車位需求的一部分，需求轉換後面要交代。 4. 身心障礙需求如何透過車聯網，做成 app 還是停車業者管理者，可能是未來可以做成的。 5. 痛點分析，目前身障者包括肢體障礙，對於搜尋車位的時效，數據是否有掌握，要展現痛點，無障礙那一塊的需求。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考。 3. 感謝委員指教，已於報告書補充說明，詳見第四章第伍點。 4. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考。 5. 感謝委員指教，已於報告書補充說明，詳見第四章第壹點。
5	崔董事長懋森： 1. 非常有意義的研究，大數據的呈現，大都市的停車分佈跟需要要如何獲得，民間 app 停車大聲公做得很好，用政府資源可以整合深度跟廣度可以更大，架接估狗應該是相當快。 2. 社宅的居民希望可以增加停車位，但是問卷回饋的因素要加以做修正跟檢討，因為停車位不會有人嫌多，車位多不見的好，容易造成惡性循環，問卷結論要加以檢討因子，去探討供需平衡是否配合政府政策。技術規則比較不符合實際，也可以運用智慧化停車建議，去深化其他精緻的做法	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考。
6	中華民國電機技師公會：	1. 感謝委員指教，目前僅針對

	1. 智慧升降的停車位未來可以討論。	大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考。
7	財團法人台灣建築中心： 1. 社宅的停車位月租車位，繳月費不一定有位置，讓你可以進出，有其機制，只會釋放部分車輛，讓部分車位可以臨停使用。停管處不會把車位都給月租型的使用者，會造成使用率無法達到 100%。看到規定會先釋放，可能 15%在尖峰離峰無法利用到，可以考慮這個數據。停管處會抽籤，釋放多少車位，抽籤者有多少，需求量的高低結論可以調配的建議事項，釋放比例可以根據需求去做調整。	1. 感謝委員指教，本研究目前尚未考慮此課題，建議後續之研究將此議題納入。
8	中華民國全國建築師公會： 1. 停車是都市計畫未盡之工，停車位更是區位問題，單就建築物意義其實沒有那麼大。分析如果可以拉大尺度，到細部計畫，範圍裡面特地使用分區可以界定，對於未來的需求會比較真切。	1. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考。
9	中華民國不動產開發商業同業公會全國聯合會： 1. 實用性研究案，找到的都是公共建築物，對應到目前規則，包含各種用途 無障礙停車空間，量的供應只是優先給老弱婦孺，法規也可以納入內容。	1. 感謝委員肯定。
10	羅組長時麒： 1. 提醒裡面有些案例名稱寫出來，要去識別化，希望期末報告能夠去識別化。	1. 感謝委員提醒，報告書內容皆以去識別化。

附錄九 參與黑客松競賽簡報

2024內政黑客松競賽

接住需要無障礙停車位的妳/你

-友善高齡之智慧建築無障礙停車位共享及建築法規調適循證決策資料服務



中華民國內政部
建築研究所

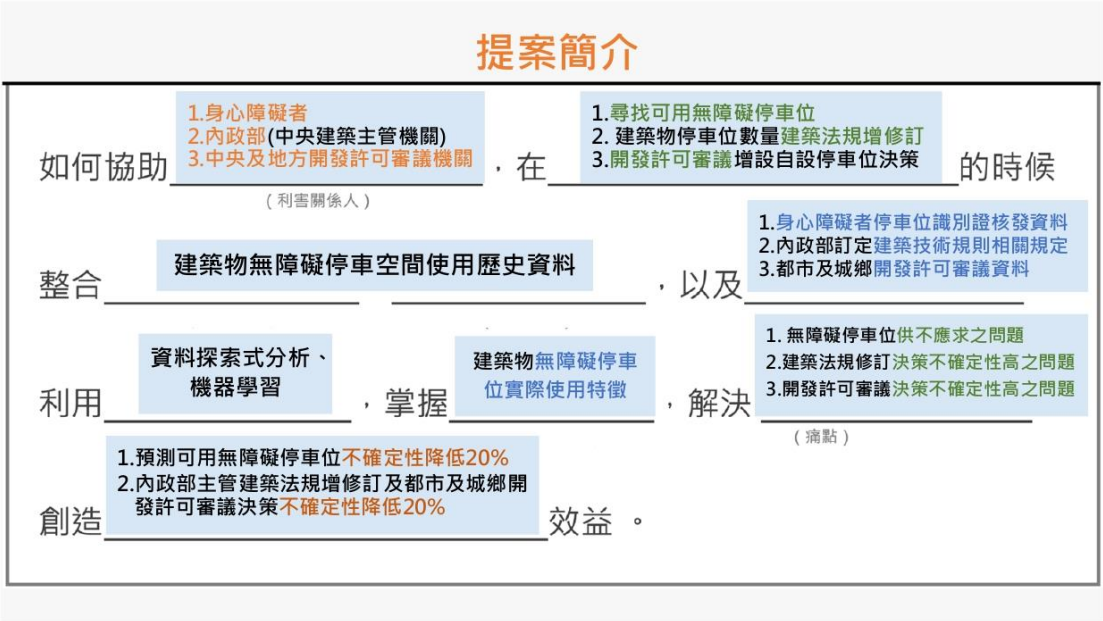


政大
NATIONAL CHENGCHI UNIVERSITY

簡報大綱

- 提案簡介
- 分析資料來源
- 內政部主管建築法規因素-無障礙停車位供給面分析
- 痛點分析-無障礙停車位現況整體供需分析
- 採用資料及背景說明
- 資料探索式分析
- 運用人工智慧建立資料預測模型
- 模型運用效益說明
- 後續落地推廣構想

2



內政部主管建築法規因素-無障礙停車位供給面分析

• 內政部主管建築技術規則施工設計編第59條：建築物法定停車位規範

類別	建築物用途	都市計畫內區域		都市計畫外區域	
		樓地板面積	設置標準	樓地板面積	設置標準
第一類	戲院、電影院、歌廳、國際觀光旅館、演藝場、集會堂、舞廳、夜總會、視聽伴唱遊藝場、遊藝場、酒家、展覽場、劇場、餐廳、飲食店、店舖、俱樂部、撞球場、理容室、公共浴室、旅遊及運輸業、攝影棚等類似用途建築物。	三百平方公尺以下部分。	免設。	三百平方公尺以下部分。	免設。
		超過三百平方公尺部分。	每一百五十平方公尺設置一輛。	超過三百平方公尺部分。	每二百五十平方公尺設置一輛。
第二類	住宅、集合住宅等居住用途建築物。	五百平方公尺以下部分。	免設。	五百平方公尺以下部分。	免設。
		超過五百平方公尺部分。	每一百五十平方公尺設置一輛。	超過五百平方公尺部分。	每三百五十平方公尺設置一輛。
第三類	旅館、招待所、博物館、科學館、歷史文物館、資料館、美術館、圖書館、陳列館、水族館、音樂廳、文康活動中心、醫院、殯儀館、體育設施、宗教設施、福利設施等類似用途建築物。	五百平方公尺以下部分。	免設。	五百平方公尺以下部分。	免設。
		超過五百平方公尺部分。	每二百五十平方公尺設置一輛。	超過五百平方公尺部分。	每三百五十平方公尺設置一輛。
第四類	倉庫、學校、幼稚園、托兒所、車輛修配保管、補習班、營業場、工廠等類似用途建築物。	五百平方公尺以下部分。	免設。	五百平方公尺以下部分。	免設。
		超過五百平方公尺部分。	每二百五十平方公尺設置一輛。	超過五百平方公尺部分。	每三百五十平方公尺設置一輛。

第五類 前四類以外建築物，由內政部視實際情形另定之。

• 同法規第167-6條：建築物身心障礙停車位規範

類別	建築物使用用途	法定停車位數量(輛)	無障礙停車位數量(輛)
第一類	住宅、集合住宅	五十一至一百五十	二
		一百五十一至二百五十	三
		二百五十一至三百五十	四
		三百五十一至四百五十	五
		四百五十一至五百五十	六
		超過五百五十輛停車位者，超過部分每增加一百輛，應增加一輛無障礙停車位；不足一百輛，以一輛計。	
第二類	商業以外建築物	五十一至一百	二
		一百零一至一百五十	三
		一百五十一至二百	四
		二百零一至二百五十	五
		二百五十一至三百	六
		三百零一至三百五十	七
		三百五十一至四百	八
		四百零一至四百五十	九
		四百五十一至五百	十
		五百零一至五百五十	十一
		超過五百五十輛停車位者，超過部分每增加五十輛，應增加一輛無障礙停車位；不足五十輛，以一輛計。	

小結：無障礙車位占建築物法定停車位總數量1.5~2%。

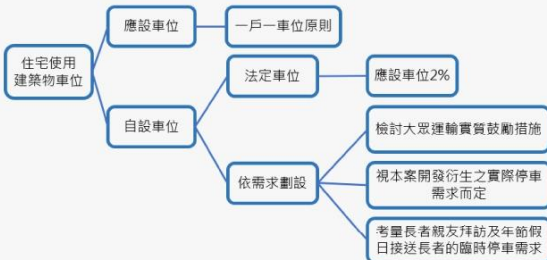
5

痛點分析-無障礙停車位現況整體供需分析

建築法規供給

- 建築技術規則建築設計施工編第10章無障礙建築物相關規定，無障礙車位占建築物法定停車位總數量1.5~2%。

都市及城鄉開發許可審議調整個案供給



小結：無障礙車位整體供不應求，身心障礙者尋找專用無障礙車位，較一般使用者尋找車位更加困難。

6

實際需求

高齡身心障礙者人數近12年大幅增加(人數成長約45%)，致無障礙車位需求快速成長：

- 台北市為例，截至112年底，身心障礙者汽車比例約佔小客車牌照總數4.9~6.2%。
- 新北市為例，截至113年6月底，身心障礙者汽車比例約佔小客車牌照總數4.6~4.8%。

採用資料及背景說明

- 名詞定義
 - 使用率：每小時停車需求量 / 供給量
 - 平均使用率：總停車需求量 / 供給量

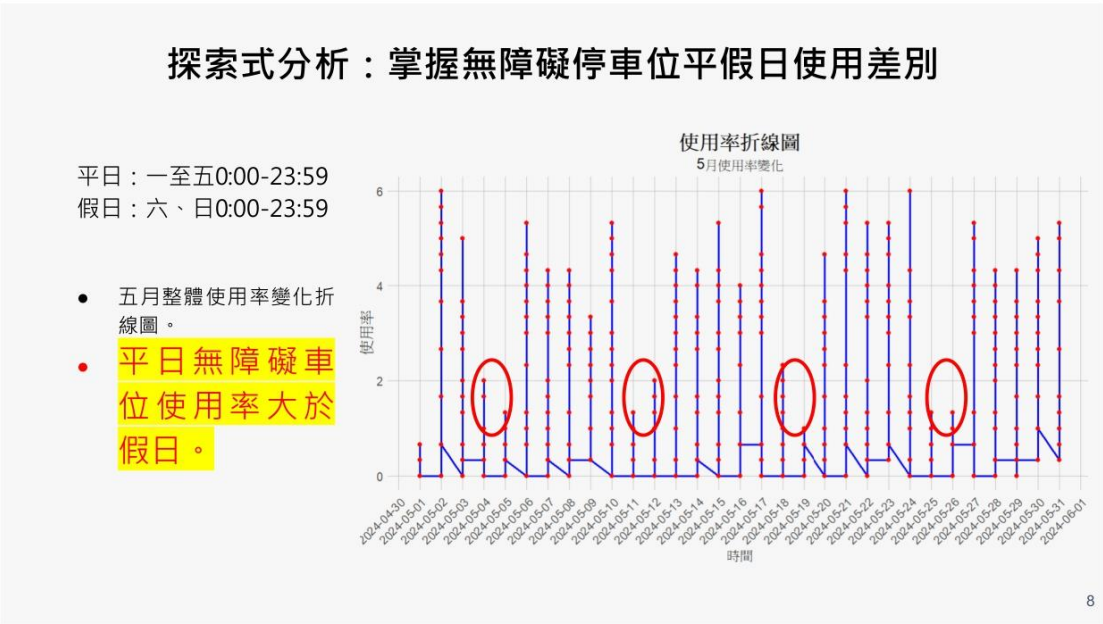
服務水準	使用率	停車需求
A	使用率=0	無停車需求
B	0<使用率<=1	有停車需求
C	使用率>1	停車供給不足

建築物無障礙停車服務水準
(資料來源：臺北市汽機車供需調查報告)

- 總資料筆數2萬9,664筆：
 - 資料來源：嘟嘟房停車場提供
 - 資料地點：臺北市9行政區44個建築物停車場
 - 資料時間：5月每日每小時。
 - 依無障礙停車位平均使用率得出服務水準數佔比如右。
 - 近3成之停車場服務水準C比例>10%。
 - 多為公有停車場。
 - 多位於中山區、大安區。

小結：依總量而言，發現市區身心障礙車位有供給不足之情形。

站名 (匿名化)	行政區	總車位	無障礙車位數	A服務水準 佔比	B服務水準 比例	C服務水準 比例	建築技術規則 設計施工規範59條分類
A	中山區	133	3	32%	26%	42%	5(公有建築)
B	中山區	120	3	44%	20%	37%	5(公有建築)
C	中山區	246	4	36%	33%	31%	5(公有建築)
D	中山區	377	10	16%	55%	29%	5(公有建築)
E	大安區	175	4	50%	23%	27%	5(公有建築)
F	中山區	171	4	42%	37%	21%	5(公有建築)
G	大安區	218	4	30%	51%	19%	5(公有建築)
H	中正區	496	10	15%	66%	18%	5(公有建築)
I	大安區	432	9	30%	52%	17%	5(公有建築)
J	大安區	66	1	66%	20%	14%	5(公有建築)
K	大安區	52	1	70%	18%	12%	5(公有建築)
L	中山區	70	2	61%	27%	12%	5(公有建築)
M	松山區	347	7	27%	76%	6%	4(學校)
N	信義區	446	9	34%	62%	5%	5(公有建築)
O	中山區	57	2	40%	56%	5%	5(公有建築)
P	松山區	288	6	35%	61%	4%	4(學校)
Q	中山區	143	4	33%	63%	4%	5(公有建築)
R	大安區	92	4	60%	36%	3%	5(公有建築)
S	大安區	287	5	9%	88%	2%	5(公有建築)
T	北投區	85	2	63%	35%	2%	5(捷運站)
U	士林區	77	2	78%	21%	2%	5(捷運站)
V	北投區	64	2	68%	30%	1%	5(捷運站)
W	北投區	44	1	69%	29%	1%	5(捷運站)
X	中山區	113	3	57%	42%	1%	5(公有建築)
Y	大安區	84	2	72%	27%	1%	5(公有建築)
Z	中山區	105	2	72%	27%	1%	5(公有建築)
AA	中山區	255	6	57%	42%	1%	5(公有建築)
AB	中山區	142	3	28%	72%	1%	5(公有建築)
AC	大安區	240	4	39%	61%	0%	5(公有建築)
AD	士林區	164	3	68%	32%	0%	5(捷運站)
AE	中山區	184	4	33%	67%	0%	5(公有建築)
AF	內湖區	70	1	92%	8%	0%	5(公有建築)
AG	北投區	328	7	68%	32%	0%	5(公有建築)
AH	士林區	176	5	66%	33%	0%	5(公有建築)
AI	大同區	252	11	54%	46%	0%	5(公有建築)
AJ	大安區	108	2	72%	28%	0%	5(公有建築)
AK	中山區	850	17	37%	63%	0%	5(公有建築)
AL	中山區	973	20	68%	32%	0%	5(公有建築)
AM	內湖區	306	5	86%	14%	0%	5(捷運站)
AN	北投區	37	1	96%	4%	0%	5(捷運站)
AO	北投區	24	1	98%	2%	0%	5(捷運站)
AP	松山區	69	2	68%	32%	0%	3(博物館)
AQ	松山區	310	14	57%	43%	0%	5(公有建築)
AR	信義區	1998	29	34%	66%	0%	5(公有建築)

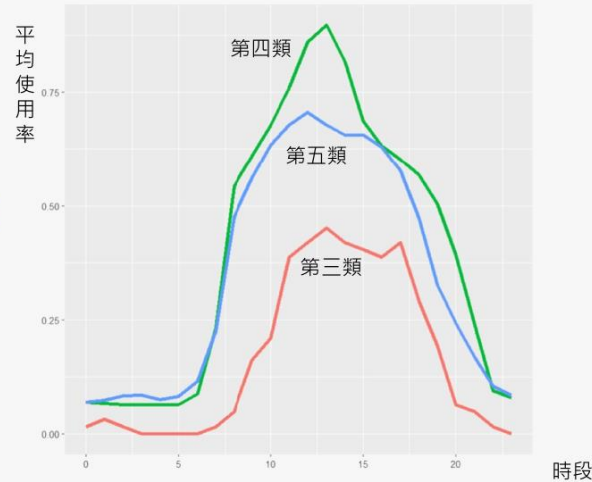


探索式分析：掌握法規規定建物用途之無障礙停車情形

建築技術規則設計施工編第59條分類之無障礙停車平均使用率折線圖

- X軸為5月特定時段 (0-24時)
- Y軸為平均使用率

- 第四、五類之無障礙車位需求高。日間停車平均使用率達0.6-0.8，夜間達0-0.1。
- 第三類日間平均使用率約0.45，夜間為0-0.05。



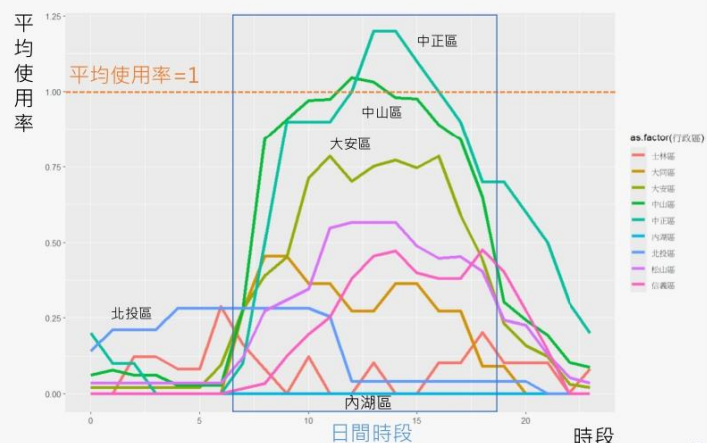
時段

9

探索式分析：掌握各行政區內無障礙停車情形

依台北市行政區分類之無障礙停車使用率折線圖

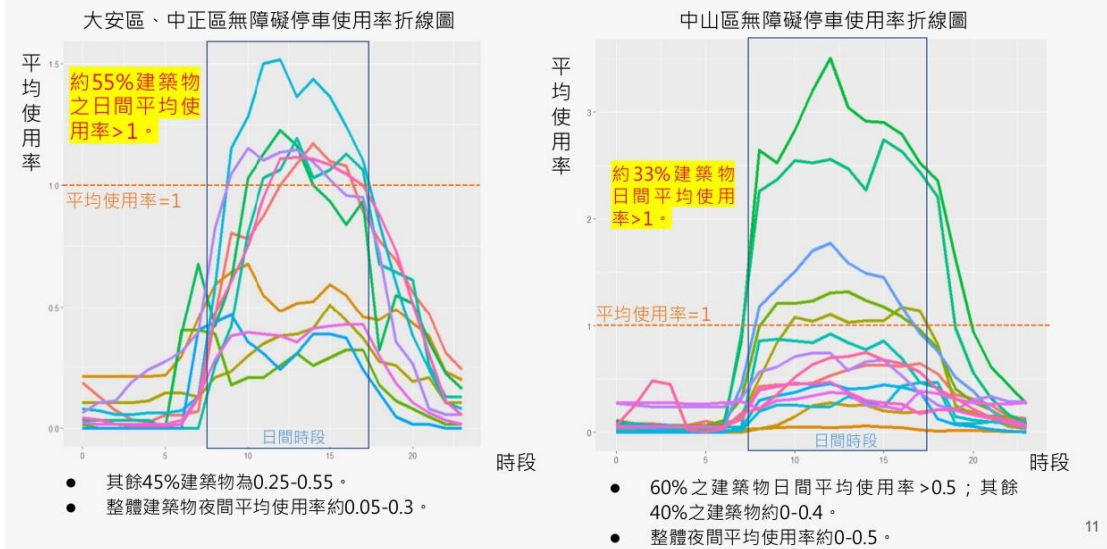
- 依據行政區分類：
- 中山區、中正區、大安區日間平均使用率約為0.75-1.2，夜間平均使用率約為0-0.25。
- 內湖區日間平均使用率約為0，夜間約為0-0.25。
- 北投區清晨5點至日間13點平均使用率約為0.25，其餘時段約為0.05-0.2。
- 小結：某些行政區日間供不應求，但某些行政區日間有閒置情形。



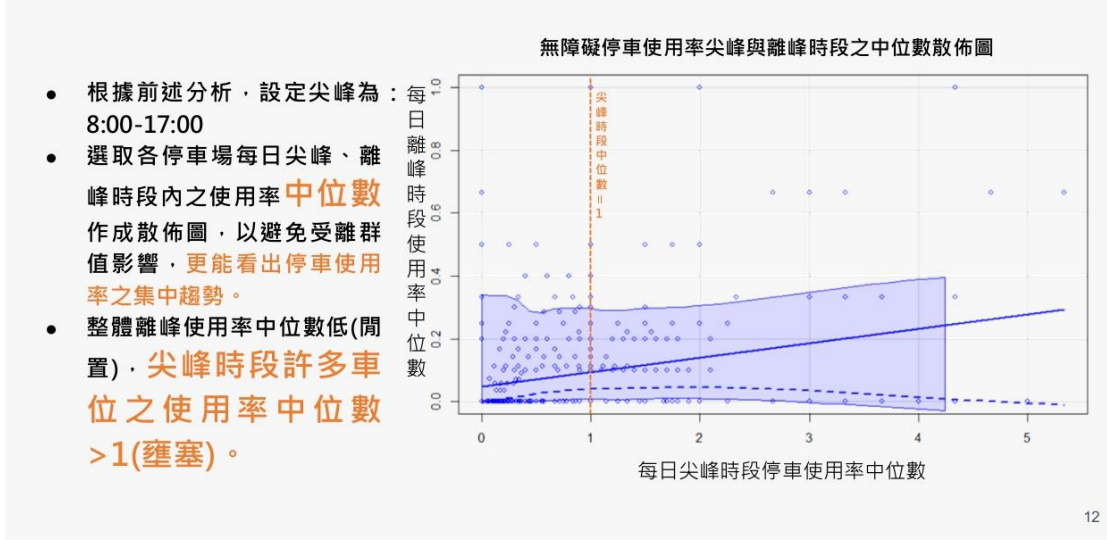
時段

10

掌握台北市三行政區無障礙車位使用情形：供不應求



掌握超過2萬9000筆歷史使用率資料之整體趨勢



人工智慧：機器學習之隨機森林模型 用於預測即時無障礙停車使用率

背景

- 使用多元線性迴歸模型以測試各項變數對於使用率之影響後，並透過K近鄰演算法預測停車服務水準，最後使用機器學習隨機森林模型預測各時段之停車使用率。

方法

- 透過機器學習之監督式迴歸學習，超過2萬9,000筆資料之80%作為訓練集，20%作為測試集，進行模型績效評估。
- 時段、地點、無障礙停車位數、尖峰時間為最重要之4個變數。

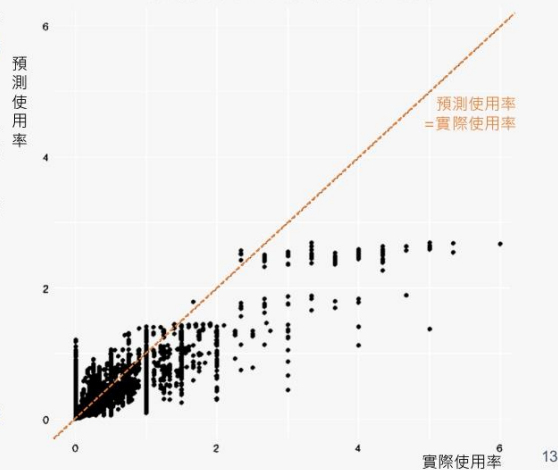
判定能力

- 模型R平方值(R square) = 0.7094
- 無障礙停車使用率隨機森林模型預測解釋力約70%。

應用

- 建築物開發許可審議判斷自設無障礙車位參考依據。
- 建築法規無障礙停車位相關規定修訂參考依據。
- 提高成功搜尋可用無障礙停車位機率、提高有限車位之使用及周轉率。

預測使用率與實際使用率散佈圖



模型運用效益：過去缺乏資料下之決策不確定性

主管機關決策方式：

- 拉普拉斯準則(Laplace criterion)：假定各地區出現供不應求、供需平衡或供過於求情形機率相等，但建築法規已明定數量不允許減設，故僅需考慮自行增設或免增設2種情形，每種機率各佔1/2。
- 最大最大準則(Max-Max Criterion)：缺乏地區停車位實際需求資料，採樂觀決策，優先考慮一般車位亦可轉作無障礙車位使用，可避免停車位閒置，但未解決尖峰時段一般車位已出現供不應求，無法轉作無障礙車位使用之問題。
- 最大最小準則(Max-Min Criterion)：缺乏地區停車位實際需求資料，採保守決策，解決尖峰時段供不應求問題，不考慮部分地區尖峰時段、大量車位閒置後果。

3、本府交通局（書面意見）：

- 本案為第1類建築物，規劃175戶(含一般零售業、住宅)，設置汽車停車位167席、機車178席及自行車停車位52席，已達建築物交通影響評估準則提送交評門檻。
- 本案設175戶，規劃設置167席汽車停車位，基地作住宅使用仍應滿足一戶一汽車位，惟基地停車位之檢討除須符合建技規則外，尚需滿足本案開發衍生之實際停車需求，故請補充說明並詳實評估所設汽車停車位是否滿足所衍生停車需求；倘有停車供給不足情況，應研提改善措施或增加停車給。
- 考量新生活模式民生交通趨勢，基地開發物流、送餐、接送臨停等需求日增，請開發單位就基地規模、形狀及臨路等許可條件，於基地內地層與車道出入口整併內化設置短時臨停空間。

某直轄市城鄉開發許可審議決策實例

假定應自行增設或免增設汽車位2種

情形機率各佔1/2，不確定性50%。

113年5-6月計36.8%案件提出該審查意見

14

模型運用效益：未來資料驅動輔助政府循證決策

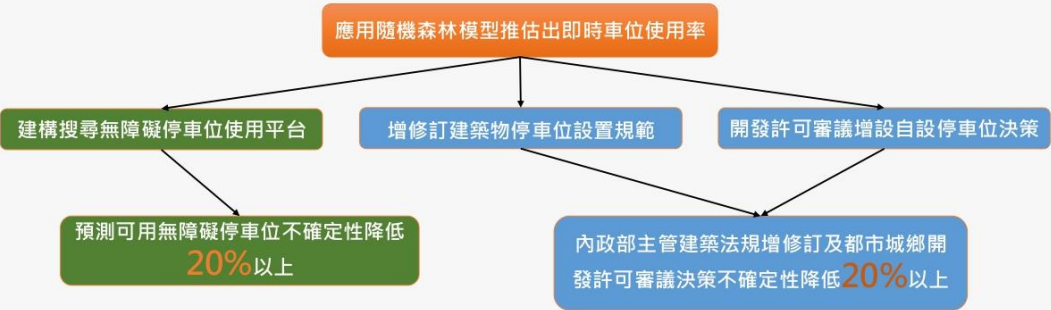
內政部(中央建築、都市計畫主管機關)及地方機關參考機器學習預測模型進行循證決策

	尖峰時段(平日日間)可能結果		
	高需求區域 (例如：中正區)	中、高需求區域 (例如：中山區)	低需求區域 (例如：內湖區)
方案1: 提高建築法規供給量至4.6~6.2%	1. 緩解尖峰供不應求問題 2. 部分時段仍有不足 3. 部分時段、部分車位閒置	1. 改善尖峰時段供不應求問題 2. 部分時段、較多車位閒置	可能大量車位閒置
方案2: 都市及城鄉開發許可個案審議視區域需求提高供給	約50%以下建築物增加自設無障礙車位，可改善問題	少量建築物須增加自設無障礙車位，可改善問題	不須增加自設無障礙車位
方案3: 推動停車位共享，公有建築物一般車位4~4.5%尖峰時段轉為無障礙車位	緩解尖峰時段供不應求問題，使身心障礙者與一般人近用停車位之機會平等、無差別待遇		不須實施

預測模型準確率70%，決策不確定性由50%減少20%。

15

後續落地推廣構想：蒐集大量多樣資料更新模型



模型落地優化

- 若提高樣本數不斷將資料匯入與測試，可以達到模型優化的效果。
- 樣本數提高之前提下，介接天氣、車流量、信令人口等即時資料，分析是否有影響停車使用率之情形，進而使用機器學習進行推估。

16

附錄十 第一次專家座談會會議紀錄

專家座談會會議記錄

應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究

專家座談會會議議程 會議記錄

會議名稱：內政部建築研究所 113 年度協同研究「應用智慧建築及內政大數據

預測建築物停車需求之研究」第一次專家座談會議

會議時間：113 年 9 月 13 日（星期五）上午 10 時至 13 時 30 分

會議地點：大坪林聯合開發大樓 15 樓第四會議室(新北市新店區北新路三段
200 號 15 樓)

主持人：白仁德協同主持人

紀錄：郭以潔研究助理、邱奕瑄研究助理

出席人：王安強委員、李國維秘書長、周晨蕙組長、邱閔群處長、張效通教授、
陳雅雯執行長、劉瑞麟處長、賴威宇科長、林谷陶組長、張怡文研究員、
邱奕瑄研究助理、郭以潔研究助理

會議議程：

一、計畫主持人致詞

二、會議簡報

三、討論議題

1. 建築物停車需求預測模型

2. 內政黑客松競賽提案

四、綜合討論（依照姓氏筆畫排序）

（一）王安強委員

1. 本研究案研究方法使用敘述性統計分析、線性迴歸分析、羅吉斯迴歸分析、K 近鄰演算法等建立建築物附設停車空間預測模型，方法嚴謹，數據資料來源有據，調整後的 R-square 0.4361，中度判釋結果尚可接受，值得肯定。又對台北市社會住宅住 17 處住戶及周邊居民進行網路問卷或實地發放問卷調查，目的作為後續自設停車位數量檢討與停車管理之參考，回收 306 份，過程益顯辛

勞，個人表示敬佩。

2. 建築物自設停車位數量決策，優化之案例模擬分析？本案模擬令人期待結果，有個問題提供思考，在都市計畫內都市設計審議制度及非都市土地開發許可制度下，有審議委員會可以審查自擬停車位調適循證決策資料的可能性，本研究與建築性能檢定大不相同，可能在建築法規範之外，屬於都市計畫或區域計畫土地使用規範層次下操作，所以本研究案是否可以說明未來政策建議的規模門檻適用範圍。
3. 停車模式：應變數是推估停車服務水準，在決策自擬停車位時，停車供給費是個變數，需求量也是變數，僅服務水準是推估值，請問要如何模擬決策？
4. 本案參加內政黑客松競賽，迄今已完成本項工作。不知道計畫單位事後檢討情形如何？我的意見是若有新的提案之策略，建議為(1)普羅市民的感受痛點(2)構想方法可行(3)推廣有信心可實現(4)不涉及修法事宜（修法牽涉廣泛屬政策建議，是創造供給方法，非技術改變現狀與黑客松強調運用大數據解決現存問題有所不同）；我的構想是選一個地區驗證(1)智慧建築附屬停車位可解決社區停車問題（社區停車月租和臨停問題），舒緩地區性交通問題或其聯外交通問題(2)經由智慧建築物停車場之技術，得到動態的停車空位數，串聯地區其他建物智慧化停車空位，形成駕駛者停車位等候空間網（類似公車等候 APP）。

（二） 李國維秘書長

1. 我們協會有幫內政部建築研究所運營一個智慧建築的雲平台，雲平台是內政部建築研究所公有的，有標準化的通訊協定，智慧建築數據及資料可以上傳儲存、蒐集跟分享，達到大數據的使用。未來希望政府部門的標案可以要求單位上傳相關資料，久而久之大數據才足夠支撐所有的研究。

（三） 周晨蕙組長

1. 針對資料蒐集部分適法性進行意見分享，雖然本計畫案與著作權沒有太大的關聯，但較容易涉及個資的問題，法律上認定能夠間接識別特定人的資料才視為個資，哪些資料可以合法使用是比較重要的。
2. 本案內政黑客松提案使用的無障礙停車空間歷史資料及識別證核發資料只是數量的資訊，表面上看起來這些資料都不涉及個資，但在

使用上有時候與其他資料組合可能成為涉及個資的資料，例如可能可以從資料發現經常使用的特定人的個人生活軌跡，目前就本案狀況，這些資料是個資的機率非常低。

3. 個人資料雖然有許多限制，但仍然可以使用，蒐集時或是使用上要告知當事人，並且使用須符合特定目的，現今僅有公務機關可以將個資做目的外的使用。
4. 本案 Ai 訓練需要很大的資料做訓練，資料取得通常是一個議題，國外通常有資料市集或銀行等安全可信任的地方進行資料流通，歐盟也有所規範，這是未來發展 Ai 可以思考的制度，可以透過立法去提供創新的使用。

(四) 邱閔群處長

1. 在身障使用率上，以我們實際的經驗，因為有停車優惠所以大多選擇公有停車場，公有停車場又分為路邊和路外，公有路邊停車場的優惠又最多，所以公有路邊停車場的使用率會是最，具有使用性上的差別。
2. 停車率的使用高低會是營業機密，會影響承租租金價格，因此業者通常不太希望將這樣的資料上傳至公開平台，會是實務經驗上很難突破與克服的地方。
3. 回歸到法規上的規定，交通部設定平台跟界接格式，要求業者把充電樁的使用資料上傳，因為真實數據上船有機密洩漏問題，所以以區間的方式上傳。

(五) 張效通教授

1. 這個題目很不好做，因此能目前進行到這個程度相當不容易，感到很欽佩。預測模型需要考量供給及需求，從過去的資料推估到未來，現在已經做得很好，但做到這總有疑問，變量可以解釋達 45%，整體的模型白老師使用 KNN 模型解釋也只能到 75%，細微到個體模型也只能解釋到 70%，那實際運用上是否準確？用更龐大資料分析可以發現到預測的模型無法解釋未來的行為，這是必然的，我個人認為我們應該是去轉換或誘導行為人的行為，而不是去找到理想解方。
2. 內政黑客松的部分，建議建研所可以額外發包整理供給面的資訊，並形成一個外掛程式，串聯 Google map，顯示當地公有停車場的閒置車位，改變駕駛人的行為，達到建研所希望的整合智慧建築及內政大數據，這樣比追求完美模型、提供硬體停車位更有效率。

(六) 陳雅雯執行長

1. 模式建立部分，思考看看 29 個自變數看完相關性從使用條件、交通環境及土地使用等方面進行資料的分群，或許會發覺資料間的某些相關性。
2. 因為許多資料都會用到使用率，晨昏峰使用率、周轉率等不同的設計可能導致不同的結果，建議可以從模式建立的面向再思考。
3. 要使用多元羅吉特回歸或是巢式要不要做分層，這也可以試試看，除了敏感度分析要不要進行假設檢定？有沒有分層分模式的必要性？
4. 台灣即將進入超高齡社會，除了現今的親子友善、無障礙停車位，是否還需要增加高齡停車位？或是高齡及無障礙為同一群體，可以考慮停車位分群使用方式，停車場內部是否可以有其他智慧裝置導入影響現有需求與種類？
5. 黑客松重要的評分項為痛點的解決、解方的有效性，可能包裝上沒辦法強調痛點，下次參賽可以多加注意。

(七) 劉瑞麟處長

1. 模式發展的部分是希望透過大數據資料預測，但站在實務的部分給予幾個方向與建議，停車需求依照模式可以確認那些是跟停車有實際影響的部分，每一個參數的影響、敏感度的問題、模型的解釋力，還有驗證需要合理、符合認知，進入法規時需要花更多時間去討論自變數對結果的影響。
2. 本次黑客松提案的台北市身障需求是依照身障證的發給統計，身障證的核發是指家中有身障人士，但沒有載重，實際上從停車行為來看，有身障證的車子不一定有停車需求，但身障車牌就不一樣了，需要釐清本案實際需求。政府部門提供的優惠跟政策資料很難取得，因此在實務操作面可能需要知道使用上的差異及市場上供需問題，涉及取得資料、製作模型的準確性。
3. 停車需求跟土地使用、商業面積及周邊環境有很大的關係，對於身障者停車也是一樣的，停車需求分為剛性跟柔性的，剛性是指平常工作住家停車需求，柔性是指臨時性需求，政府部門應該做的是滿足臨時性的需求，這樣的研究是一個好的方向，但要如何應用到法規面還需要考慮很多層面。

(八) 賴威宇科長

1. 白老師這個研究相當好，我們拿到很多資料，資料拿到都需要先去探索，不然價值就不高。因為不確定資料來源及長相，因此模型部

分沒辦法給予太多建議。

2. 資料的分析只是黑客松競賽在意的一部分，更重要的則是資料分析完的積極性是什麼、作為是什麼，是不是以後建築法規可以依照這個模型去評估停車場的需求屬於哪個等級，若是積極一點的話，針對無障礙車位可能可以透過投影方式彈性增加無障礙車位數量，還有路邊停車位的感測器可以加上 LED 顯示，或許可以提出想法協助小區域的測試，政府可以提供公開政策獎勵等等，分析完怎麼做才是競賽想看到的積極性作為。

五、臨時動議

(無)

六、簽到單

內政部建築研究所 113 年度 「應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究」 專家座談會簽到表 開會日期：113 年 9 月 13 日(星期五)上午 10 時 00 分	
姓名	簽名
羅時麒 組長	林谷陽代
白仁德 教授	白仁德
王安強 委員	王字強
李國維 秘書長	李國維
張效通 教授	張效通
周晨蒨 組長	周晨蒨
賴威宇 科長	賴威宇
劉瑞麟 處長	劉瑞麟
邱閔群 處長	邱閔群
陳雅雯 執行長	陳雅雯
張怡文 研究員	張怡文
邱奕瑄 研究助理	邱奕瑄
郭以潔 研究助理	郭以潔

附錄十一 第二次專家座談會會議紀錄

專家座談會會議紀錄

應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究

專家座談會會議議程 會議紀錄

會議名稱：內政部建築研究所 113 年度協同研究「應用智慧建築及內政大數據
預測建築物停車需求之研究」第二次專家座談會議

會議時間：113 年 10 月 4 日（星期五）上午 10 時至 13 時 30 分

會議地點：大坪林聯合開發大樓 15 樓第一會議室(新北市新店區北新路三段
200 號 15 樓)

主持人：白仁德教授

紀錄：邱奕瑄研究助理、郭以潔研究助理

出席人：王安強委員、林建元理事長、馮正民教授、陳雅雯執行長、張怡文研究員、
邱奕瑄研究助理、郭以潔研究助理

會議議程：

一、主持人致詞

二、會議簡報

三、討論議題

3. 建築物停車需求預測模型

4. 社會住宅優化模擬

四、綜合討論（依照姓氏筆畫排序）

（九） 王安強委員

1. 本案模擬分析將閒置停車位數量即時聯網開放增值應用之效益，據以提出建築物自設停車位數量優化之建議：興建社會住宅除了社會福利的目的，亦有助地方發展。個人觀察如以建築物附設停車場服務水準 A 級（使用率 ≤ 0.5 ），因為社會住宅興建時，屢遭社區居民抗爭，擔心交通擁塞降低房價所以社會住宅興建時也不會提出減少法定停車位數量的建議，以免日後發生地區交通問題時遭到牽連怪罪。但如果使用模擬分析，藉著閒置停車數量推估出對社區周遭交通量疏通之貢獻值，實務上會有更大的幫助。
2. 模擬分析：計算本案選擇個案閒置停車位數量與 K 近鄰演算法模

型成果之差距？選擇國土署網站/社會住宅專區/國家住都中心社宅專區/選取幾個社宅規劃案推估其閒置車輛對社區交通貢獻值。

3. 由於住在小彎社宅附近，那周圍只有些公園路邊的停車場，因此停車率高低可能跟附近營建工地有關，社宅住戶的汽車持有率可能也不高。停車場法第 20 條規定，「在交通密集地區，供公眾使用之建築物，達一定規模足以產生大量停車需求時，得先由地方主管機關會商當地主管建築機關級都市計畫主管機關公告，列為應實施交通影響評估之建築物。新建或改建前向實施交通影響評估之建築物起造人應依建築法令先申請預為審查。」，請問過往是否有實施案例可供參考？
4. 前面建築物停車需求預測模型有三個（ABC）分類水準，後面社宅優化模擬又分成兩類（AB），會有點模糊。認為社宅模擬中服務水準 A 級可能比較有討論空間，若需求低於法定有閒置的情況，可以討論是否需要釋放車位，可以多討論服務水準 A 級的情況。

（十） 林建元理事長

1. 針對後續研究跟結論建議的部分，可以找出幾個有趣的變數討論，正相關的變數跟文獻回顧有所不同都是可以用來參考的，理想很好，但是可以討論成果是要正面滿足還是要壓制需求。商業土地使用和停車使用率是負相關，通常認為商業土地使用對使用率會比較好，這結果蠻有趣的可以做後續討論的建議，因為 TOD 就跟商業、混合使用有關係，所以討論可以給政策很大的建議。
2. 社宅停車位都是停管處在管，沒有需要保留多少車位給社宅住戶的義務，假如目前就可以維持 85% 以上的使用率，代表對社區周邊的停車給予很大的貢獻，結論可以提到社宅停車場對居住環境、公共設施服務水準的貢獻性，那為什麼兩個社宅的結論不同，可能因為個別停車會造成個別誤差，可以區分行政區來看，。優化是一個形容詞，比較好是一個價值判斷的事情，因此要讓什麼東西優化需要解釋清楚，還是要導到一個方向才叫優化。
3. 需求的預測傾向有一段時間的長度，公共設施的需求也可以定義一下，因為公共設施需要一個長期的預測，建議交由停管處讓他們可以做定期性的動態管理，提出精準的預測跟供給，才不會有高估低估的問題。

4. 計畫討論的是智慧建築而非一般的社會住宅，沒有智慧的建築也有這樣的功能，是不是可以倒過來論述，社宅住的是一批人，但誰來停又是另外一回事，但很重要的是這計畫是智慧建築，因此可以追查車子的來源。車牌追查可以知道月租或是當日停，可以得出更精準的大數據，有利於停車需求的討論，提供一個給交通影響評估很好的數據，後面可以再延伸下去。

(十一) 馮正民教授

1. 停車需求預測結論跟建議的部分，用多元線性回歸最重要的是了解什麼變數是正相關、哪些變數是負相關，那這些變數要拿來要幫我們做停車的需求管理，需求管理指在壅擠的時候讓它多、閒置的時候讓它少，就像我們交通一樣，影響變數可以在結論建議中充分的運用解釋，譬如說分類停車是臨停還是月租，或是將月租、臨停、平日跟假日的費率分類。影響的因素包含價格、區位還有土地使用因素，可以試著這樣做結論。
2. K 近鄰演算法最重要的就是把群體做適當的分類，分類以後，可能也會找到它的這個影響變數，服務水準拿來做需求管理的依據，跟收入還有自償有關，可以作為 k 近鄰演算法的結論建議。
3. 第三部分，社宅的特性可能也會有一些影響因素跟政策變數，貢獻度沒辦法模擬出來的可以當作建議，前面的分析可以變成政策的意涵，我覺得這樣這個研究就更有價值了。
4. 有時候我們找到一些變數違反我們的先驗知識會先把它拿掉，看看 R-square 會不會增加、有沒有改進，提高因素的可討論性。

(十二) 陳雅雯執行長

1. 我在桃園確實審過非常多社宅的案子，並且會進到交通影響評估，比如說對周邊的停車需求跟內部自設停車位的檢討，自設停車位的檢討就是到時候他內部要使用還有想要月租的。如果我沒有記錯的話，當時我們也有要求桃園的評估廠商要來看台北的案子，他們那時候說台北公宅住戶會來租停車位的比例低於四成，他們想要用這個說服我們同意減少桃園社宅的停車格位數，但因為都是抽樣調查這個就很難去檢核準確性。台北我確實是比較不了解，但是桃園現在蓋社宅的地方都是夯的地方或是一些新興重劃區，周邊的停車尤其是路外停車已經有嚴重不足，所以期待公宅蓋下

去之後，即便只有四成的內部需求，也可以堅固一些外部需求。

- 2. 第 2 個是這個大數據資料庫的應用，因為國外 TOD 量表中社宅也是一個指標，或許我們可以來應用這個量表來檢視，然後做一些本土化的優化。
- 3. 第 3 個就是這我們樣本數還有大數據清洗規則的說明，如何抽取具有代表性的樣本，這個清洗邏輯如果講清楚，後面模型推估出來的代表性就會更精確。

五、臨時動議

(無)

六、簽到單

內政部建築研究所 113 年度 「應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究」 專家座談會簽到表 開會日期：113 年 10 月 4 日(星期五)上午 10 時	
姓名	簽名
羅時麒 組長	
白仁德 教授	白仁德
王安強 委員	王安強
林建元 理事長	林建元
馮正民 教授	馮正民
陳雅雯 執行長	陳雅雯
張怡文 研究員	張怡文
邱奕瑄 研究助理	邱奕瑄
郭以潔 研究助理	郭以潔

附錄十二 期末審查簡報

內政部建築研究所113年度協同研究報告

應用智慧建築及內政大數據 預測建築物停車需求之研究 期末報告

協同主持人：白仁德
研究助理：邱奕瑄、郭以潔

簡報大綱

1

緒論

2

建立建築物停車需求預測模型

3

建築物自設停車位決策優化模擬分析

4

社會住宅優化模擬分析

5

內政黑客松競賽提案

6

結論與建議

PART I

緒論

- 研究緣起
- 研究內容
- 研究範圍
- 研究方法及流程

緒論

研究緣起

- 智慧建築源於國外電腦資訊的發達及自動化技術的進步。我國於1985年起引進智慧化技術，逐步發展出屬於我國的智慧建築系統，截至2023年6月底，已審核通過的智慧建築有1196件，數量逐年增加；而智慧建築作為科技產品，較一般建築物更容易取得相關建築物營運之數據，智慧建築之建構與數據之蒐集皆能提升建築物管理之效率。
- 因我國在經濟快速發展及都市化過程中，國民所得及生活水準不斷提高，小汽車數量亦逐年增加，找尋車位所需之停車使用率資料即有應用價值，本所亦於2023年完成內政大數據整合智慧建築資料應用之可行性研究，從中了解智慧建築附設停車使用率資料擁有高社會經濟價值，資料龐大且具實用性。
- 為提高智慧建築資料再利用之經濟及社會價值，結合前述建築物停車使用率資料之可應用性，本研究透過實際案例分析瞭解依據內政部職掌之建築法規及都市計畫有關建築物附設停車位數量規定設置之停車使用率實際情形，並應用機器學習技術整合分析內政大數據及智慧建築資料，建立建築物停車使用率預測、分類模型。

緒論

研究內容

蒐集國內智慧建築案例資料建立建築物停車需求預測模型

- 取得智慧建築標章之建築物附設停車位使用資料至少30案，並應用機器學習等方法建立建築物停車需求預測模型。
- 說明跨部會資料串接加值應用所衍生效益，並配合淨零建築政策，預測電動車停車需求數量。

應用建築物停車需求預測模型，進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析

- 挑選社會住宅案例進行建築物自行增設停車位數量優化決策模擬分析，預測該案例出現停車位數量需求高於或低於法規規定數量之可能時段、數量差距等，模擬分析將閒置停車位數量即時聯網開放加值應用之效益。

提出本所內政大數據競賽提案小論文（草案）

- 說明建築物停車位數量需求不確定衍生之問題，影響利害關係人並產生何種影響，完成提案之痛點分析，並提出本案成果未來短期、長期應用推廣之建議。

5

緒論

研究範圍

研究對象

- 研究對象為智慧建築標章或候選部智慧建築證書之建築物附設停車空間，分析其停車使用率與停車服務水準。

空間範圍

- 空間範圍界定為臺北市行政轄區範圍，透過臺北市府停車管理工程處取得智慧建物停車使用資料，並以相關統計軟體進行分析，以作為後續探討智慧建築停車需求之分析與推估基礎。

時間範圍

- 本研究蒐集2023年每日每小時之停車使用率資料，藉由分析365天中每小時之停車資料以了解準確之智慧建物停車使用情形。

6

緒論

研究方法及流程

統計分析

- 將智慧建築附設停車空間資料與其他相關變數資料進行歸納與清洗，使用敘述性統計分析（Descriptive Statistical Analysis）對樣本資料的實質特性進行分析，了解數據的分佈情況、均值等基本統計量。

迴歸分析

- 多元線性迴歸：以影響停車需求的因素作為自變數，停車使用率作為應變數，探討各變數對停車使用率之影響。
- 多類別羅吉斯迴歸：以影響停車需求的因素作為自變數，停車服務水準作為應變數，分析自變數與應變數之間的非線性關聯性，並進行停車服務水準的推估。

機器學習

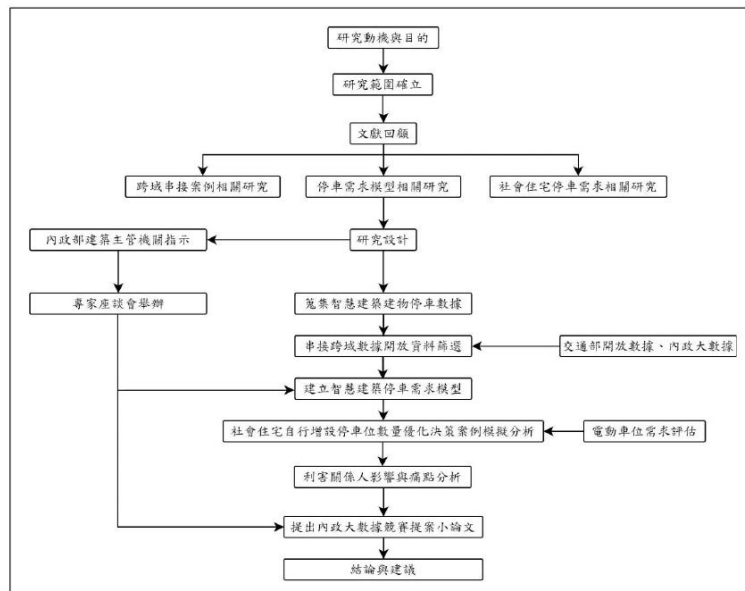
- 以R語言建構K近鄰演算法模型（K-Nearest Neighbor，簡稱KNN），其為監督式學習的一種，利用智慧建築附設停車使用率資料，進行停車服務水準的推估，自變數為影響停車需求的因素，應變數為停車服務水準。

專家座談

- 為探討應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究，本團隊邀請統計專家、資策會專家進行座談會，探討統計分析結果、案例模擬自設停車位分析結果、政策建議、資料隱私權之可行性。

7

研究流程圖



8

PART

2

建立建築物停車需求預測模型

- 文獻回顧
- 模型變數設計
- 模型建立

資料蒐集項目

📌 文獻回顧

📍 智慧建築相關文獻

- 🔍 以「[智慧建築](#)」、「[大數據分析與人工智慧應用](#)」及「[停車空間](#)」為基礎，分析文獻課題。
- 🔍 篩選前開文獻是否[符合跨域串接應用](#)，亦從中探究是否[具跨域串接應用之可能性](#)。
- 🔍 審視文獻之[分析方法](#)、[變數應用](#)於本案之可行性。

📍 國內外智慧建築串接相關案例

- 🔍 以「[智慧建築](#)」及「[停車空間](#)」為基礎，探討基本規定。
- 🔍 探究是否對[跨域串接應用產生影響](#)。
- 🔍 審視後續資料分析成果與現有[法制應用之差異](#)。

📍 停車供需分析模型

- 🔍 蒐集影響停車需求影響變數，包含建成環境、自然環境及社會經濟變數等，及文獻中最常使用的停車模型為多元線性迴歸模型、多類別羅吉斯迴歸模型及K近鄰演算法。

智慧建築相關文獻回顧

智慧建築

- 智慧住宅高齡照護設計指引（內政部建築研究所）；智能控制產品應用於智慧建築關鍵因素之探討（江尚胤、翁在龍、黃然）；智慧建築安全監控資料應用法制課題與因應對策（王自雄、周晨蕙）
 - 智能控制產品之應用、智慧住宅高齡照護之設計、智慧建築資料安全。

大數據分析與人工智慧應用

- 智慧停車為大數據分析、機器學習及人工智慧等技術常見之實際應用面向（Kambatla et al., 2014）
 - 建物智慧停車場常見之應用，如車位監測和管理、智慧引導和導航、停車場支付系統、停車管理和運營改善等。

國內智慧建築跨域串接相關案例

- 屏東勝利公園智慧停車場、研華林口物聯網智慧園區、智慧建築雲端平臺應用推廣計畫（內政部建築研究所）、光世代雲端智慧綠建築系統（中華電信集團）
 - 目前國內智慧建築融合資訊科技與設立雲端平台提供民眾更為便利的生活環境。

國外智慧建築跨域串接相關案例

- The Edge（荷蘭）、Media-ICT 大樓（巴塞隆納）、Hattingen銀髮照護住宅（德國）、新加坡首都大廈、One Taikoo Place
 - 國外之智慧建築多結合了智慧節能、智能通風排氣、智能隔熱及智能發電等面向，並透過人工智慧（AI）、物聯網（IoT）、雲端運算、大數據、線上管理系統等相關技術的應用，提高能源運用效率，並提供使用者更為便利的環境。

11

智慧建築跨域串接

建物停車空間

- 資訊提供對路外停車場選擇行為的影響—台南市中心之實證（葉光毅、鄭光銘、黃幹忠、林玲芬）；鼓勵建築物增設停車空間使用現況調查之研究以臺北市大安區、中山區為例（賀士庶）
 - 路外停車場選擇因素、停車空間供給與公眾使用目的。

停車供需

- 以工具變數法分析台北市路邊停車空間變化對停車行為的影響（林彥竹、黃景沂）；國立科學博物館停車供需調查研究（顏上晴）；土地使用與停車特性之研究-以新北市板橋區為例（陳世雄、蕭再安）；停車區位選擇與停車延時之混和（姜渝生、王福裕）；都市停車場區位選擇之研究（衛萬明、廖晉廷）
 - 停車供需與停車特性之關連、停車場區位、停車供需模型與變數（服務水準屬性、停車場設置區位、旅次情境等）。

小結

- 影響停車需求之自變數歸類為五大類：
 - 社會經濟因素、建成環境因素、自然環境因素、制度因素、時間因素。

12

相關法規回顧

建築規範

- 智慧建築標章申請審核認可及使用作業要點、智慧建築設計技術參考規範、都市危險及老舊建築物建築容積獎勵辦法、都市更新建築容積獎勵辦法等

智慧建築定義、智慧建築規範、符合特定條件（如取得候選等級智慧建築證書後）之容積獎勵等。

停車空間

- 都市計畫法、都市計畫法臺灣省施行細則、都市計畫定期通盤檢討實施辦法、都市計畫各種土地使用分區及公共設施用地退縮建築及停車空間設置基準、臺北市土地使用分區管制自治條例、建築技術規則等

停車空間建築設計規範、停車設施容積獎勵、不同土地使用分區之停車空間劃設準則、不同建築物之停車空間劃設準則等。

13

國內智慧建築案例資料

資料取得與處理

智慧建築停車使用率資料說明

- 本研究經臺北市停車管理工程處取得2023年之建築物附設停車使用率資料，包含每日每時之停車使用率資料；智慧建築共計30處，原始資料數量為每日24小時*年365天*30處，共計262,800筆。

日期	時間	使用率	停車量
2023/1/1	0	65%	42
2023/1/1	1	75%	48
2023/1/1	2	78%	50
2023/1/1	3	80%	51
2023/1/1	4	80%	51
2023/1/1	5	80%	51
2023/1/1	6	76%	49
2023/1/1	7	72%	46
2023/1/1	8	73%	47
2023/1/1	9	66%	42
2023/1/1	10	54%	35

智慧建築停車使用率原始資料示意表

行政區	案例數
大同區	1案
中正區	1案
大安區	3案
內湖區	2案
文山區	4案
北投區	6案
松山區	2案
信義區	5案
南港區	3案
萬華區	3案
總計	30案

各行政區選定智慧建築案例數量表

14

國內智慧建築案例資料

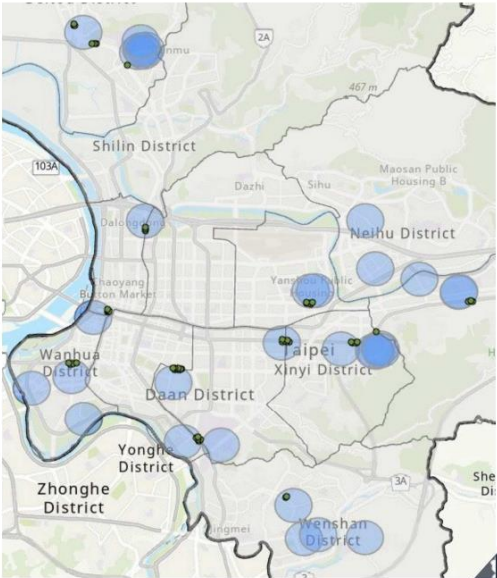
統計分析設計與模型設計

統計分析

- 本研究針對研究範圍30處智慧建築地點分佈與其停車使用率進行敘述性統計。
- 分析過程中使用R Studio對已處理之停車使用率資料進行計算，並繪製相關圖表，呈現其特性與需求趨勢，如站點分布、研究時間內平（假）日之使用率、晨（昏）峰之使用率。
- 透過ArcGis之Buffer與Intersect功能，進行探索式分析，尋找方圓五百公尺內大眾運輸場站數目資料，以及最近之氣象站天氣資訊。

投入變數

- 多元線性迴歸模型之應變數為智慧建築於2023年12個月每日每小時之停車使用率。
- 另外在多類別羅吉斯迴歸模型、K近鄰演算法模型中，本研究參考臺北市汽機車停車供需調查報告，將需供比服務水準作為分類模型之應變數。
- 自變數透過文獻回顧蒐集制度因素、自然環境、建成環境、社會經濟與時間變數。



15

國內智慧建築案例資料

建築物附設停車需求模型設計

自變數資料蒐集

- 以建築物本身使用特性以及其建成環境與座落位置等因素對於停車需求所帶來之影響，分析建築物停車空間吸引或者不吸引停車使用者之原因
- 從開放平台獲取資料，共計29種自變數。

變數類型	變數	單位	備註
應變數	使用率	%	每小時使用車位數*100/車位數
	停車服務水準	類別變數	資料來源：臺北市停車管理工程處 類別羅吉斯迴歸模型、KNN模型： 以停車使用率依序表2-1劃分為A、B、C三種
	連續假期	虛擬變數	連續假期：1，其餘時段：0
	平日晨峰	虛擬變數	平日晨峰：1，其餘時段：0
	平日午峰	虛擬變數	平日午峰：1，其餘時段：0
時間變數	平日昏峰	虛擬變數	平日昏峰：1，其餘時段：0
	假日午峰	虛擬變數	假日午峰：1，其餘時段：0
	假日昏峰	虛擬變數	假日昏峰：1，其餘時段：0
	下雨	毫米/每小時	條件為每小時大於0.5毫米，資料來源為智慧建築最近氣象站資訊，2023
自然變數	低溫	度	條件為低於15度，資料來源為智慧建築最近氣象站資訊，2023
	高溫	度	條件為高於26度，資料來源為智慧建築最近氣象站資訊，2023
制度變數	假日費率	元/小時	數值變數
	平日費率	元/小時	
	月租費率	元/月	
	行政區	類別變數	依照臺北市行政區之劃分。
建築技術規則分類	建築技術規則分類	類別變數	各智慧建築建築使用用途分類，依建築技術規則設計施工編第59條
	車位數	格數	數值變數
	鄰近公車站數	站數	
	鄰近捷運站數	站數	
建成環境變數	鄰近路邊停車位數	格數	數值變數，透過ArcGis之Buffer與Intersect功能，尋找方圓五百公尺內之數目。
	鄰近公共自行車站	站數	
	鄰近工商業家數	家數	2023最小統計區
	商業使用	比例	商業使用/總土地使用，2023最小統計區
社會經濟變數	純住宅使用	比例	住宅使用/總土地使用，2023最小統計區
	混合使用	比例	混合使用/總土地使用，2023最小統計區
	公共使用	比例	公共使用/總土地使用，2023最小統計區
	遊憩使用	比例	遊憩使用/總土地使用，2023最小統計區
人口密度	人口密度	人/平方公里	2023最小統計區
	學齡人口比例	比例	0-18歲人口數/總人口數，2023最小統計區
	老化指數	比例	65歲以上人口/0-14歲人口，2023最小統計區
	身心障礙比例	比例	身心障礙人口數/總人口數，2023最小統計區

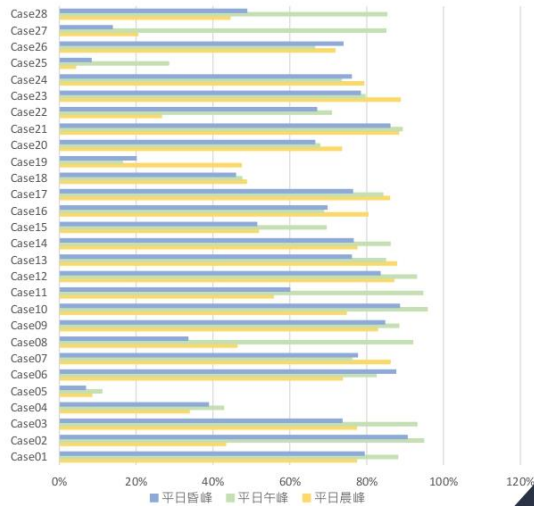
16

國內智慧建築案例資料

統計分析

平均使用率分析（被使用之總車位數／總車位供給數）

- 晨峰與昏峰平均停車使用率較低，午峰平均停車使用率高，整體呈現凸字型，如學校、商場、醫院等公眾場所。
- 另一類型呈現凹字狀，晨峰與昏峰平均停車使用率較高，午峰平均停車使用率高，如社會住宅。



17

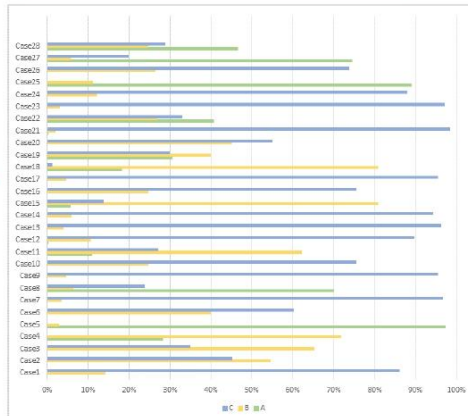
國內智慧建築案例資料

建築物停車服務水準分析

服務水準	使用率	停車需求
A	使用率 ≤ 0.5	停車需求少
B	0.5 < 使用率 ≤ 0.75	停車需求中等
C	0.75 < 使用率 ≤ 1	停車需求高

建築物停車服務水準

- Case5、Case8、Case25及Case27之A服務水準比例相當高，說明學校、醫院大多時間停車空間是閒置的。



建築物停車服務水準評估表

18

國內智慧建築案例資料

探索式分析

- 為探討晚上時段閒置無人利用之停車場，將條件設為凌晨0至6點間且服務水準為A的停車場
 - 發現此時段的Case5、Case8、Case25及Case27停車場之A服務水準達到100%，Case22及Case28停車場之A服務水準比例也相當高，本研究推測上述6個停車場目前無月租或者附近夜晚停車需求不高，說明學校、醫院大多時間停車空間是閒置的。
- 本研究探討午峰時段且服務水準為C的比例情形，以了解午峰時段停車場壅塞之情形
 - 發現多數社會住宅於午峰時段且服務水準為C的比例減少，說明多數車輛於午峰時段仍會離開社會住宅，而在午峰時段之前提下，Case2、Case6、Case10以及Case11等停車場，與簡報第18頁之C服務水準相比，百分比皆大幅上升，說明建築於午峰時段為尖峰時段。

智慧建築名稱	0-6時之服務水準A佔比	11-13時之服務水準C佔比
Case1	0%	96%
Case2	0%	96%
Case3	0%	66%
Case4	19%	0%
Case5	100%	0%
Case6	0%	95%
Case7	0%	96%
Case8	100%	66%
Case9	0%	94%
Case10	0%	100%
Case11	0%	82%
Case12	0%	89%
Case13	0%	98%
Case14	0%	95%
Case15	6%	25%
Case16	0%	32%
Case17	0%	61%
Case18	12%	0%
Case19	0%	0%
Case20	0%	30%
Case21	0%	63%
Case22	98%	62%
Case23	0%	92%
Case24	0%	35%
Case25	100%	0%
Case26	0%	17%
Case27	100%	65%
Case28	76%	66%

建築物停車特定時段之服務水準佔比表

19

模型建立

共線性檢定

- 應變數為停車使用率，自變數為前述29種變數。
- VIF值越高代表此變數
- 經過實證，自變數工商業總家數、住宅土地使用等變數VIF ≥ 10 ，存在共線性問題，必須考慮移除變數或對模型進行矯正。
- 故本研究將VIF過高之自變數刪除後，繼續建構模型。

變數	VIF
月租費率	2.98
車位數	1.20
平日費率	3.37
假日費率	4.81
平日晨峰平均使用率	1.01
平日午峰平均使用率	1.03
平日昏峰平均使用率	1.01
假日午峰平均使用率	1.01
假日昏峰平均使用率	1.00
降雨量	1.00
氣溫	1.04
鄰近停車位數	3.52
老化指數	2.02
鄰近公車站數	2.06
鄰近捷運站數	3.11
學齡人口數	2.90
鄰近公共自行車	1.76
商業區土地比例	3.20
混合使用住宅土地比例	2.57
遊憩利用土地總數	2.95
公共利用土地比例	4.03
人口密度	3.51

20

模型建立

預測停車使用率之多元線性迴歸模型

- 大部分自變數的p-value非常小，表明這些自變數對模型的貢獻具有高度顯著性。
模型的調整後R平方值表明了該模型能解釋45.36%的變異。
- 與停車使用率顯著正相關的自變數有月租費率、**假日費率**、平日午峰、假日午峰、**降水量**、**氣溫**、**鄰近停車位數**、**鄰近捷運站數**、學齡人口數、混合使用住宅、**人口密度**。
- 與停車使用率顯著負相關的自變數有車位數、平日費率、**鄰近公車站數**、**鄰近公共自行車站數**、**商業土地使用**、公共利用土地使用、遊憩利用土地總數。

21

預測停車使用率之多元線性迴歸模型

殘差	Min	1Q	Median	3Q	Max	
	-0.786	-0.143	0.010	0.151	0.807	
說明變數	Estimate	Std. Error	T value	Pr (> t)	p value<0.1	解釋
截距	8.848	6.688	132.305	2e-16	<0.001	
月租費率	4.067	8.409	48.367	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率正相關
車位數	-3.850	3.897	-98.800	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
平日費率	-1.125	8.124	-138.49	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果相同，說明費率越高停車使用率越低。
假日費率	5.001	1.380	36.247	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果相同，說明可能假日出遊的汽車使用者較多。
平日晨峰平均使用率	-1.109	2.091	-5.305	1.13e-7	<0.001	顯著，平日晨峰停車使用率下降，說明汽車離開建築物。
平日午峰平均使用率	1.178	2.108	55.888	2e-16	<0.001	顯著，平日午峰停車使用率上升。
平日晚峰平均使用率	-1.620	2.091	-0.775	2e-16		
假日午峰平均使用率	2.289	3.226	7.096	2e-16	<0.001	顯著，假日午峰時停車使用率上升。
假日晚峰平均使用率	-4.920	3.218	-1.529	0.12632		
降雨量	8.241	2.978	2.767	0.0056	<0.05	顯著，說明降雨越多，停車使用率增加
氣溫	2.062	8.873	23.237	2e-16	<0.001	顯著，說明氣溫越高，停車使用率增加
鄰近停車位數	2.530	3.488	72.538	2e-16	<0.001	顯著，說明當建成環境之停車位數越多，建築物停車使用率就會增加
老化指數	-3.185	2.501	-127.33	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
鄰近公車站數	-4.047	1.424	-28.409	2e-16	<0.001	顯著，鄰近公車站數越多停車率越低，說明該建築所在地人潮多，使用大眾運輸大於私人運具。
鄰近捷運站數	3.147	4.049	77.725	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果不同，說明捷運站較多之處停車率仍然較高，可能為使用者需要轉運，亦可能是樣本數仍不足夠。
學齡人口數	-2.141	1.011	-21.186	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
鄰近公共自行車	-2.035	1.488	-136.76	2e-16	<0.001	顯著，鄰近公共自行車站數越多停車率越低，說明該建築所在地人潮多，使用大眾運輸大於私人運具。
商業區土地比例	-7.638	1.374	-55.585	2e-16	<0.001	顯著，與文獻回顧結果不同，說明商業區過於集中停車使用率有可能會減少，亦可能是樣本數仍不足夠，或者受到如費率因素之影響。
混合使用住宅土地比例	8.735	4.099	21.312	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率正相關
遊憩利用土地總數	-3.747	4.273	-8.769	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
公共利用土地比例	-1.179	2.982	-39.548	2e-16	<0.001	顯著，與停車使用率負相關
人口密度	7.305	3.232	22.601	2e-16	<0.001	顯著，說明人口密度高之地區，停車需求高。

Estimation: 7657 on 77 and 717680 FVE

模型建立

預測停車服務水準：多類別羅吉斯迴歸模型

- 自變數如簡報第16頁，共29種
- 應變數為**停車服務水準**
- 透過機器學習的方式，建立**測試集與訓練集**，前者將所有資料之20%當作對照組，後者將所有資料之80%作為機器學習之對象
- 最後進行比對，生成混淆矩陣，完成對停車服務水準之預測分類。

模型整體準確率 (Accuracy): **0.7556**

類別A

- 精確率 (Precision): 0.9413
- 召回率 (Recall): 0.7476
- F1 分數 (F1 Score): 0.8332

類別 B

- 精確率 (Precision): 0.3645
- 召回率 (Recall): 0.5894
- F1 分數 (F1 Score): 0.4503

類別 C

- 精確率 (Precision): 0.7961
- 召回率 (Recall): 0.7676
- F1 分數 (F1 Score): 0.7816

服務水準	使用率	停車需求
A	使用率 ≤ 0.5	停車需求少
B	$0.5 < \text{使用率} \leq 0.75$	停車需求中等
C	$0.75 < \text{使用率} \leq 1$	停車需求高

	推估為A分類	推估為B分類	推估為C分類
實際為A分類	12045	2064	2245
實際為B分類	640	4089	1635
實際為C分類	263	4596	15961

23

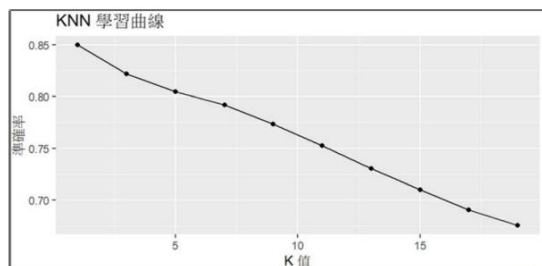
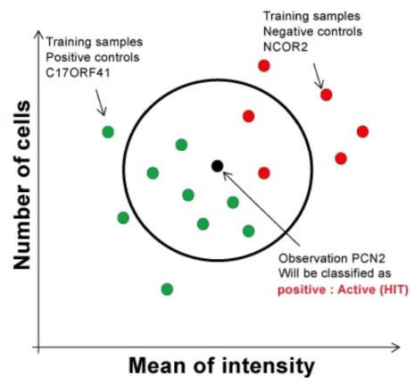
模型建立

預測停車服務水準：K近鄰演算法 (KNN)

自變數與應變數皆與多類別羅吉斯迴歸模型一樣。

參數調整：

- K值的選擇對模型性能至關重要。過小的K值可能導致過擬合，過大的K值可能導致欠擬合。
- 通常通過交叉驗證方法，評估不同K值下模型的性能，選擇在驗證集上表現最好的K值。
- 樣本經交叉驗證後，**K等於5**。



24

模型建立

預測停車服務水準：K近鄰演算法

模型整體準確率 (Accuracy): 0.9275

類別 A 的表現：

- 精確率: 0.9684，誤報率很低。
- 召回率: 0.9540，大多數 A 類樣本被正確識別。
- F1 分數: 0.9612，預測效果非常好。

類別 B 的表現：

- 精確率: 0.8020，誤報率較低。
- 召回率: 0.8414，漏報率較低。
- F1 分數: 0.8212，預測效果良好。

類別 C 的表現：

- 精確率: 0.9343，誤報率很低。
- 召回率: 0.9164，漏報率較低。
- F1 分數: 0.9253，預測效果非常好。

	推估為A分類	推估為B分類	推估為C分類
實際為A分類	12489	563	120
實際為B分類	360	8523	1190
實際為C分類	100	1663	18531

模型總結與建議

- 在建構準確率約75%的多類別羅吉斯迴歸模型後，本研究繼續透過機器學習方法，透過好的分類模型，來提高分類預測準確率，而KNN 模型分類效果優秀，本研究亦使用交叉驗證進一步優化 KNN 模型參數，例如 k 值的選擇，以達到更好的分類效果。

25

PART 3

建築物自設停車位決策優化模擬分析

- 文獻回顧
- 停車需求問卷調查

優化案例分析

📌 文獻回顧

- 📍 目前國內外對於住宅區中的停車需求議題，文獻中提到家庭的擁車率隨著時間的推移增加，但停車數量卻沒有彈性增加以匹配日益增長的停車需求。
- 📍 在高密度的住宅區，因停車位有限導致供不應求的情形，部分國家透過興建大眾運輸設施來減少私人運具使用的次數，緩解停車需求的問題。
- 📍 交通影響評估：以社會住宅之停車需求的角度而論，興建社會住宅將會引進一定規模之居住人口，產生停車需求，因此完善的交通影響評估不但可以降低對環境的傷害，亦可舒緩交通擁擠情形。
- 📍 另外也有國家透過提高停車收費，或是規定購買停車需附上擁有合法停車位的證明，以減少都市內汽車的數量，並創造更舒適的生活環境。

27

停車需求問卷調查

📌 問卷調查

- 📍 為應用建築物停車需求預測模型進行建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析，透過問卷了解社會住宅附設停車場使用情形及居民停車需求。
- 📍 問卷旨在探究興建社會住宅所引進之人口，對於社會住宅之交通、停車需求與居住品質產生之影響，以作為後續自設停車位數量檢討與停車管理之參考。
- 📍 調查對象條件為「臺北市社會住宅住戶及社會住宅周邊居民」，目前臺北市興建之社會住宅共 30 處，扣除未附設停車位之社會住宅共計 17 處。
- 📍 在考量執行成本、可接觸受訪者數量及填寫問卷之便利性等情況下，本研究係以 Survey Cake 網站進行問卷製作，主要採用網路問卷方式進行調查，於各大網路社團及社會住宅群組進行發送。

28

停車需求問卷調查

問卷調查統計結果

- 📍 共計發放 326 份問卷，並將「問卷填寫一樣答案」及「問題回答有缺漏者」等情形視為無效問卷。在扣除掉無效問卷後，最終收回之有效問卷數量為306 份，有效問卷回收率為 93.5%。
- 📍 問卷填答者有233位為社會住宅承租戶，佔本調查76.10%，而社會住宅周邊住戶係針對鄰近社會住宅之住戶進行調查，共計調查數量為73位，佔本調查23.80%。
- 📍 由問卷結果可知，有 85.2%之填答者同意社會住宅停車場應保留一定比例或更多停車位給社會住宅承租戶，可推測目前社會住宅之停車政策無法滿足社會住宅住戶之停車需求。
- 📍 有超過五成的填答者認為目前社會住宅與周邊停車規劃不足，需要再增加停車數量以滿足住戶的需求。

PART 4

社會住宅優化模擬分析

- 選定社會住宅之背景說明
- 法定停車位與自設停車位之比較
- 停車需求預測模型分析
- 模擬分析效益

選定社會住宅之背景說明

社會住宅 Case21

- 基地面積約9,007平方公尺，興建地上10層與地下3層的建築，共計341戶
- 設有224個法定停車位，13個自設停車位，總計237個停車位
- 方圓500公尺內的鄰近停車格數量為1,077格
- 基地位於南港區，臨近台北市重要的公共建設與產業設施

社會住宅 Case13

- 基地面積合計1,961.63平方公尺，興建地上16層、地下3層，共計507戶
- 設有141個法定停車位，7個自設停車位，總計148個停車位
- 方圓500公尺內的鄰近停車格數量為936格
- 基地位於松山區，周圍有多所學校，並擁有便捷的交通網絡

比較	Case21	Case13
法定停車位	224	141
自設停車位	13	7
實設停車位	237	148

31

平均停車率與服務水準之比較

平均停車率與法定車位平均停車率之比較

- 社會住宅 Case21 的平均停車率為86%，表示日常中86%的停車位是被使用的，但有14%的停車位處於閒置狀態
- 社會住宅 Case13 的平均停車率為85%，僅15%的停車位未被使用
- 社會住宅 Case21與Case13的法定車位平均停車率均已超過90%
- 表示在不計算自設停車位的情況下，停車位供應已接近飽和

➡ 在高需求的時段可能出現服務水準B的情形

比較	Case21	Case13
平均停車率	86%	85%
法定車位平均停車率	91%	90%

服務水準之設定與比較

- L級：停車需求低於法定停車數量，H級：停車需求高於法定停車數量
- 社會住宅 Case21的服務水準，L級為89%，H級為11%
- 社會住宅 Case13的服務水準，L級為94%，H級為6%

服務水準	Case21	Case13
L（低於法定停車位）	89%	94%
H（高於法定停車位）	11%	6%

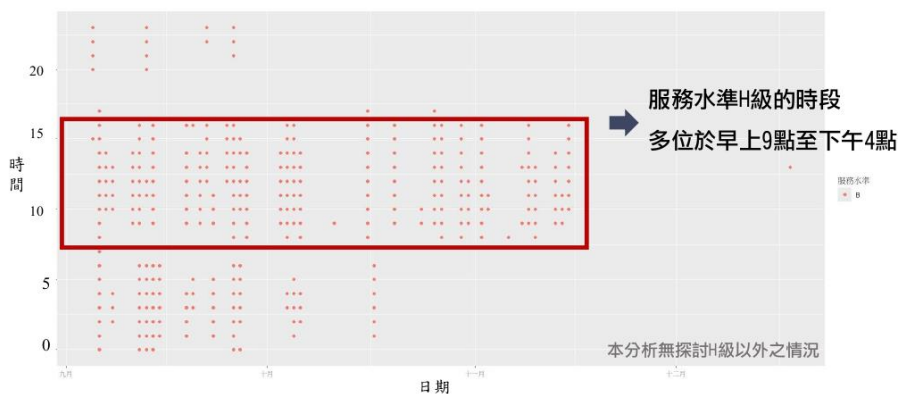
- 1. 少數時段存在服務水準H級的情形
- 2. Case21的H級時段比例相對較高

32

停車需求預測模型分析

社會住宅 Case21

服務水準H級之分布



- 服務水準H級的時段多位於早上9點至下午4點
- 凌晨時段（0-6）亦偶有服務水準H級之情形

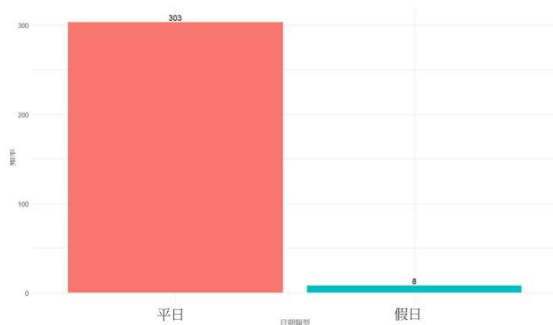
平日白天服務水準H級之情形較明顯

33

停車需求預測模型分析

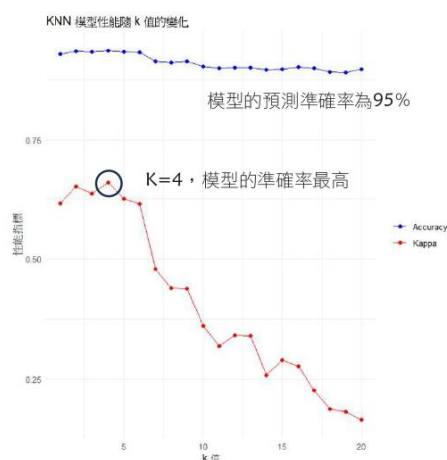
社會住宅 Case21

服務水準H級在假日與平日之頻率比較



- 社會住宅Case21平日有服務水準H級的頻率高

K近鄰演算法（KNN）模型應用



	預測為L	預測為H
實際為L	492	19
實際為H	9	43

- 在大部分情況下可以有效預測停車位的供給

34

停車需求預測模型分析

社會住宅 Case21

實證結果分析

發生時段	服務水準H機率/比例	備註
平日單一小時為服務水準H的機率。	$303/2003=15.1\%$	303(小時)為平日服務水準為H的小時數。 2003(小時)為平日的總小時數。
平日早上9點至下午4點服務水準為H佔所有平日服務水準為H的比例。	$184/303=60.7\%$	184(小時)為平日早上9點至下午4點服務水準為H之總小時數。 303(小時)為平日服務水準為H的小時數。
平日早上0點至6點服務水準為H佔平日服務水準為H的比例。	$65/303=21.5\%$	65(小時)為平日早上0點至6點服務水準為H之總小時數。 303(小時)為平日服務水準為H的小時數。

註：因取得之小彎社會住宅停車資料時間從9/5下午一點至12/31晚上十二點，中間共有2003個小時為平日

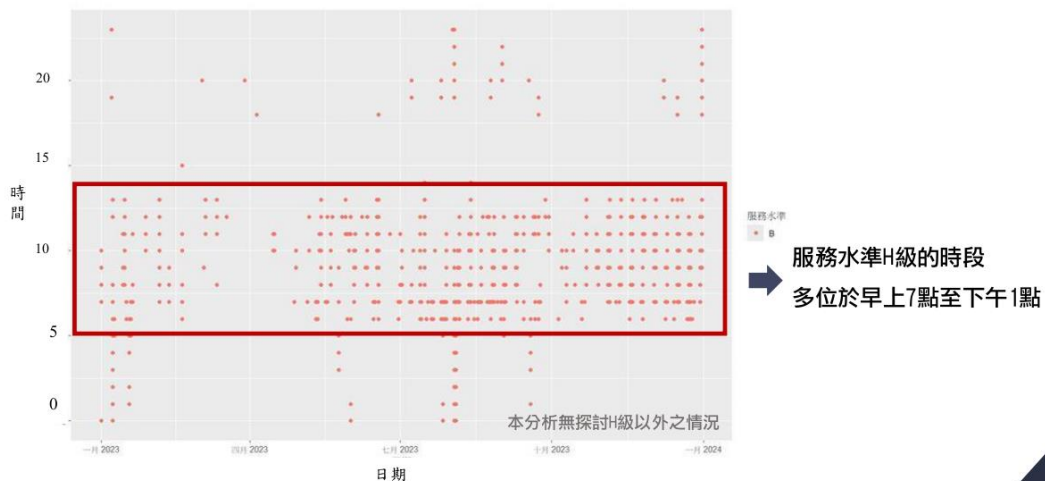
- 在平日單位小時內，服務水準H級時段的機率為15.1%
- 服務水準H發生在平日白天（早上9點至下午4點）佔所有服務水準H級時數約為60.7%

35

停車需求預測模型分析

社會住宅 Case13

服務水準H級之分布

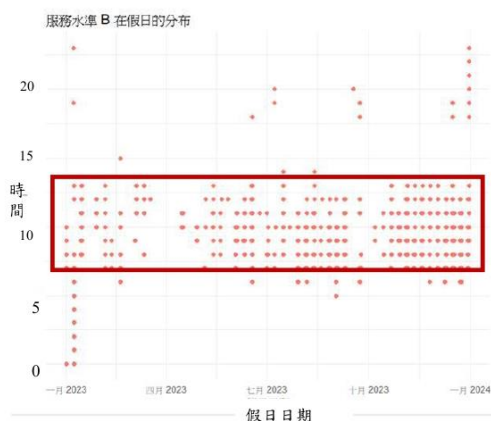


36

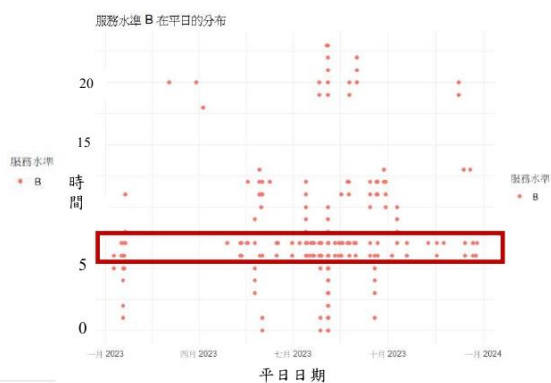
停車需求預測模型分析

社會住宅 Case13

服務水準H級之分布



假日服務水準H級之分布，
主要集中於早上7點至下午1點



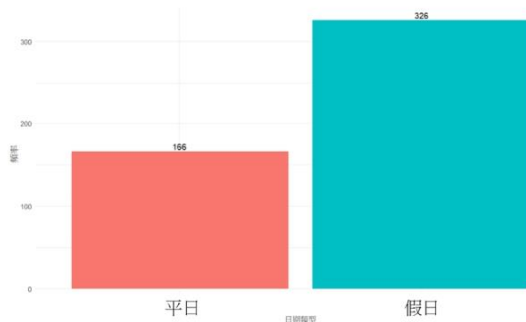
平日服務水準H級之時段，
集中於早上7點至8點

37

停車需求預測模型分析

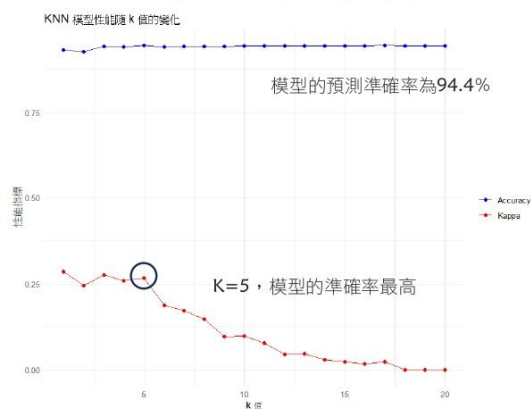
社會住宅 Case13

服務水準H級在假日與平日之頻率比較



社會住宅Case13假日服務水準H級頻率高於平日

K近鄰演算法 (KNN) 模型應用



	預測為L	預測為H
實際為L	1640	85
實際為H	13	13

在大部分情況下可以有效預測停車位的供給

38

停車需求預測模型分析

社會住宅 Case13

實證結果分析

發生時段	服務水準H機率/比例	備註
假日單一小時為服務水準H的機率。	326/2520=12.2%	326 (小時) 為2023年假日服務水準為H之總小時數。 2520 (小時) 為假日之總小時數。
假日早上7點至下午1點服務水準為H佔假日服務水準為H的比例。	270/326=82.8%	270 (小時) 為假日早上7點至下午1點發生服務水準H之總小時數。 326 (小時) 為假日服務水準為H之總小時數。
平日單一小時為服務水準H的機率。	166/6240=2.7%	166 (小時) 為平日服務水準為H之總小時數。 6240 (小時) 為平日之總小時數。

註：健康2區社會住宅資料時間為2023年一整年，共有2520個小時為假日，6240個小時為平日

- 在假日單一小時內，服務水準H的機率為12.2%，而發生在早上7點至下午1點佔所有服務水準H級時數的機率為82.8%
- 在平日單一小時內，服務水準H的機率為2.7%，主要發生在早上7點至8點

39

停車需求預測模型分析

模型結果綜合分析

- 兩社宅平均停車率高於法定停車位的時段較為少數，比例分別為11%及6%
- KNN模型在本研究中的應用效果顯著，準確率達到約95%，表示能夠準確預測停車需求的服務水準
- 社會住宅 Case21在平日的服務水準H機率為15.1%，但發生在白天（早上9點至下午4點）時段為所有服務水準H的60.7%
- 社會住宅 Case13服務水準H級主要集中在假日（12.2%），但假日發生在白天（早上7點至下午1點）的機率佔所有服務水準H時段的82.8%
- Case21的停車需求高峰是平日白天，Case13的高峰時段則是在假日白天

40

模擬分析效益

✦ 減輕建築基地周圍公共停車負擔

社會住宅 Case21服務水準H級集中於平日白天，機率為15.1%；社會住宅 Case13服務水準H級集中於假日白天，機率為12.2%；除上述時段仍有餘裕提供車位與周邊使用，本研究建議可透過以下方式減輕建築基地周圍停車負擔：

➤ 建立即時停車資訊平台

整合建築物內的閒置停車位資訊、周邊公共停車場的剩餘車位數、即時路況等數據，讓駕駛人能快速查詢到附近的可用停車位，並提供導航功能

➤ 智慧停車管理系統

利用車牌辨識、感應器等技術即時掌握車位使用狀況，將停車場分區管理，優先保障身心障礙者的停車需求，並根據不同時段調整停車費率，提高停車位的周轉率

➤ 獎勵機制

對提早預約或長期租用停車位的使用者提供優惠，並鼓勵車主將閒置車位出租，同時對使用電動車或節能車的使用者提供額外的優惠或獎勵，提倡綠色交通

41

模擬分析效益

✦ 提高社會住宅自償性之可行性

社會住宅附設停車場可透過分時使用方式，提高社會住宅自償性：

➤ 增加收入來源

在停車場內設置廣告看板、電子螢幕、電動車充電站及共享交通工具

➤ 降低營運成本

使用智慧停車系統減少人力成本、提高管理效率，導入節能設備，降低能源消耗

➤ 提升社會住宅形象

提供多元化的停車服務，提升社會住宅的居住品質，並透過共享設施促進社區互動，營造良好的居住環境

✦ 供內政部興建社會住宅決策參考

- 透過前述停車數據發現，目前案例中超過服務水準H級(法定停車位)比例不高，因此對於是否鼓勵設置更多停車位尚無定論

42

PART 5

內政黑客松競賽提案

- 研究動機與目的
- 無障礙停車位供需資料
- 採用資料及背景說明
- 統計分析
- 模型結果綜合分析
- 模型運用效益
- 後續落地推廣構想

研究動機與目的

- ★ 本研究經過痛點分析，決定延伸本案主題「應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究」，將主題訂為「接住需要無障礙停車位的妳/你—友善高齡之建築物無障礙停車位共享及建築法規調適循證決策資料服務」
- 📍 高齡使長者的生理機能逐漸衰退，出現：肌肉、關節退化、聽力減退、視力減退、感覺反應變慢、疾病纏身、行動不便等生理反應，甚至成為身心障礙者。
- 📍 內政部為建築法規定之中央建築主管機關，依身心障礙者權益保障法規定(附錄一、二)，訂定**建築技術規則建築設計施工編第167-6**條規定略以，建築物法定停車位總數量為50輛以下者，應至少設置1輛無障礙停車位；51輛以上者，依附錄三規定計算設置無障礙停車位數量。
- 📍 依內政部2011年統計資料身心障礙者約108.4萬人，65歲以上占全體36.7% (39.7萬人)；衛生福利部2023年統計資料，身心障礙者已超過120萬人，65歲以上占全體47.4% (57.6萬人)，並顯著高於其他年齡組(0.1%~14.9%)。
- 📍 因應高齡身心障礙者人數近12年大幅增加(人數成長約45%)之高齡社會發展趨勢，**本所提出因應友善高齡之建築物無障礙停車位可用時段預測、以及建築規範調適循證決策資料服務**，使高齡者及其照顧者及時獲得可用之無障礙停車位資料，滿足其使用需求外；並協助內政部由停車位使用之歷史資料分析，掌握建築法規實施現況，作為未來法規調適循證決策之參考資料，以減少法規修正決策之不確定性。

研究動機與目的

 利害關係人	- 身心障礙者 - 中央建築主管機關 - 地方開發許可機關	 時空	- 尋找無障礙停車位 - 增修訂建築物停車位設置規範 - 開發許可審議增設自設停車位決策
 資料	- 建築物無障礙停車空間歷史資料 - 身心障礙者專用停車位識別證核發數量資料 - 內政部建築技術規則相關規定 - 都市及城鄉開發許可審議資料	 分析方法	資料探索式分析法、機器學習法  建築物無障礙停車位實際使用特徵
 痛點	- 高齡者及照顧者無從得知無障礙停車位可使用時段及地點 - 建築主管機關相關法規增修訂 - 地方主管機關開發許可審議決策不確定性高之問題	 效益	- 成功搜尋無障礙停車位之時效提升10% - 搜尋閒置無障礙停車位不確定性降低20% - 內政部主管建築法規增修訂及都市及城鄉開發許可審議決策不確定性降低20%

內政黑客松提案主要架構圖

45

無障礙停車位供需資料：供不應求

建築法規供給

- 建築技術規則建築設計施工編第十章無障礙建築物相關規定條文規定，建築物法定停車位總數量100部以下，無障礙車位只占停車位2%。200部以下，無障礙車位只占停車位1.5~2%。

都市及城鄉開發許可審議調整個案供給

- 開發許可審議時將由交通主管機關檢討設置的停車位數量，根據實際情形要求開發單位依需求調整個案供給以滿足需求。
- 以新北市都市設計及土地使用開發許可審議專案小組為例，新北市交通局根據案件提出自設車位的相關建議，包括開發單位應根據開發案可能產生的實際停車需求決定應設車位數量，並檢討和改善大眾運輸的鼓勵措施，民國113年5至6月共計36.8%案件提出該審查意見。

實際需求

- 新北市身心障礙者汽車比例約含營業車:4.6%；不含營業車：4.8%。
- 112年台北市身心障礙者汽車比例約含營業車:4.9%；不含營業車：6.2%。

46

採用資料及背景說明

名詞定義

- 使用率：每小時停車需求量／供給量
- 平均使用率：總停車需求量／供給量

服務水準	使用率	停車需求
A	使用率=0	無停車需求
B	0<使用率≤1	有停車需求
C	使用率>1	停車供給不足

建築物無障礙停車服務水準
(資料來源：臺北市汽機車供需調查報告)

總資料筆數2萬9,664筆

- 資料來源：嘟嘟房停車場提供
- 資料地點：臺北市9行政區44個建築物停車場
- 資料時間：5月每日每小時
- 依無障礙停車位平均使用率得出服務水準時數佔比如右表
- 近3成之停車場服務水準C比例>10%，多為公有停車場且多位於中山區、大安區
- 依總量而言，發現市區無障礙障礙車位有供給不足之情形

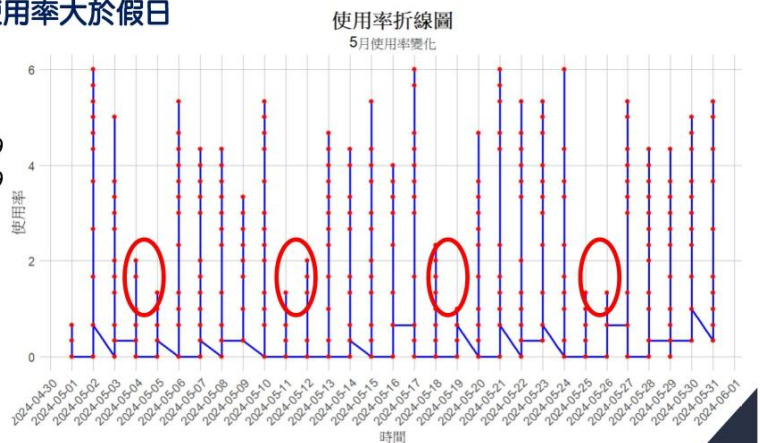
站名 (匿名化)	行政區	總車位	無障礙車位數	A服務水準 比例	B服務水準 比例	C服務水準 比例	建築技術規則 設計施工編第59條分類
A	中山區	133	3	32%	26%	42%	5(公有建物)
B	中山區	120	3	44%	20%	37%	5(公有建物)
C	中山區	246	4	36%	33%	31%	5(公有建物)
D	中山區	377	10	16%	55%	29%	5(公有建物)
E	大安區	175	4	50%	23%	27%	5(公有建物)
F	中山區	171	4	42%	37%	21%	5(公有建物)
G	大安區	218	4	30%	51%	19%	5(公有建物)
H	中正區	496	10	15%	66%	18%	5(公有建物)
I	大安區	432	9	30%	52%	17%	5(公有建物)
J	大安區	66	1	66%	20%	14%	5(公有建物)
K	大安區	52	1	70%	18%	12%	5(公有建物)
L	中山區	70	2	61%	27%	12%	5(公有建物)
M	松山區	347	7	17%	76%	6%	4(學校)
N	信義區	446	9	34%	62%	5%	5(公有建物)
O	中山區	57	2	40%	56%	5%	5(公有建物)
P	松山區	288	6	35%	61%	4%	4(學校)
Q	中山區	143	4	33%	63%	4%	5(公有建物)
R	大安區	92	4	60%	36%	3%	5(公有建物)
S	大安區	287	5	9%	88%	2%	5(公有建物)
T	北投區	85	2	63%	35%	2%	5(捷運站)
U	士林區	77	2	78%	21%	2%	5(捷運站)
V	北投區	64	2	68%	30%	1%	5(捷運站)
W	北投區	44	1	69%	29%	1%	5(捷運站)
X	中山區	113	3	57%	42%	1%	5(公有建物)
Y	大安區	84	2	72%	27%	1%	5(公有建物)
Z	中山區	105	2	72%	27%	1%	5(公有建物)
AA	中山區	255	6	57%	42%	1%	5(公有建物)
AB	中山區	142	3	28%	72%	1%	5(公有建物)
AC	大安區	240	4	39%	61%	0%	5(公有建物)
AD	士林區	164	3	68%	32%	0%	5(捷運站)
AE	中山區	184	4	33%	67%	0%	5(公有建物)
AF	內湖區	70	1	92%	8%	0%	5(公有建物)
AG	北投區	328	7	68%	32%	0%	5(公有建物)
AH	士林區	176	5	66%	33%	0%	5(公有建物)
AI	大同區	252	11	54%	46%	0%	5(公有建物)
AJ	大安區	108	2	72%	28%	0%	5(公有建物)
AK	中山區	850	17	37%	63%	0%	5(公有建物)
AL	中山區	973	20	68%	32%	0%	5(公有建物)
AM	內湖區	306	5	86%	14%	0%	5(捷運站)
AN	北投區	37	1	96%	4%	0%	5(捷運站)
AO	北投區	24	1	98%	2%	0%	5(捷運站)
AP	松山區	69	2	68%	32%	0%	3(博物館)
AQ	松山區	310	14	57%	43%	0%	5(公有建物)
AR	信義區	1998	29	34%	66%	0%	5(公有建物)

47

統計分析：探索式分析

- 掌握無障礙停車位平假日使用差別
- 五月整體使用率變化折線圖
- 平日無障礙車位使用率大於假日

平日：一至五0:00-23:59
假日：六、日0:00-23:59



48

統計分析：探索式分析

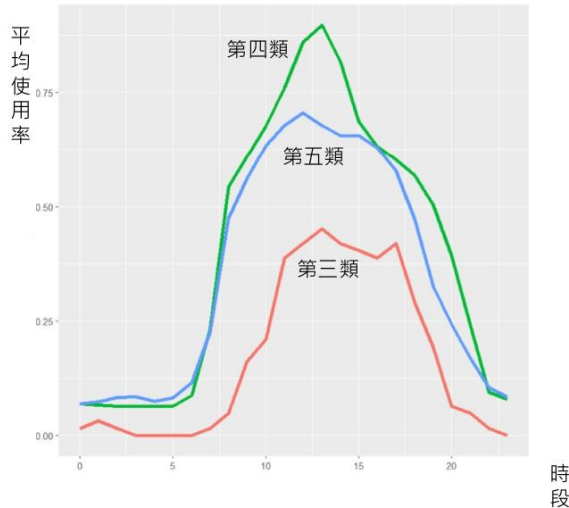
掌握建物用途之無障礙停車情形

X軸為5月特定時段(0-24時)

Y軸為平均使用率

第四、五類之無障礙車位需求高。日間停車平均使用率達0.6-0.8，夜間達0-0.1。

第三類日間平均使用率約0.45，夜間為0-0.05。



建築技術規則設計施工編第59條分類之無障礙停車平均使用率折線圖

49

統計分析：探索式分析

掌握各行政區內無障礙停車情形

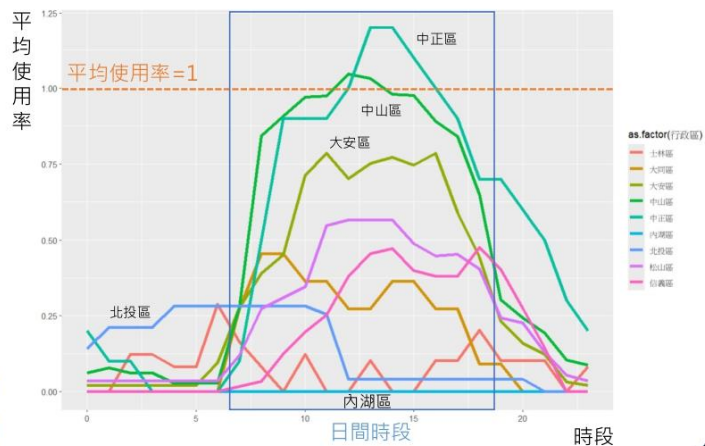
依據行政區分類：

中山區、中正區、大安區日間平均使用率約為0.75-1.2，夜間平均使用率約為0-0.25。

內湖區日間平均使用率約為0，夜間約為0-0.25。

北投區清晨5點至日間13點平均使用率約為0.25，其餘時段約為0.05-0.2。

小結：某些行政區日間供不應求，但某些行政區日間有閒置情形。

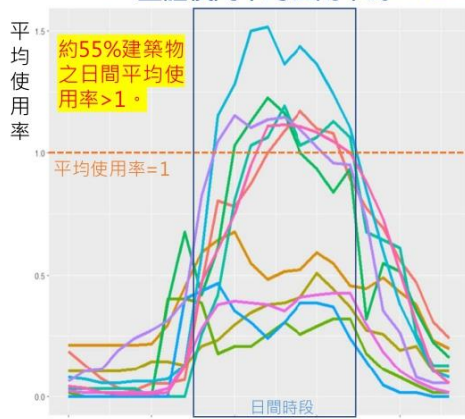


依台北市行政區分類之無障礙停車使用率折線圖

50

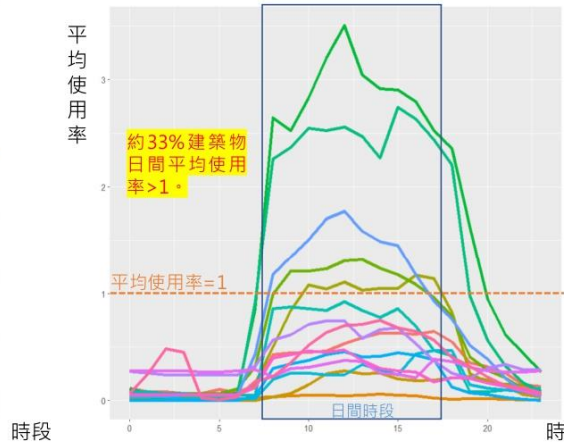
統計分析：探索式分析

- 掌握台北市三行政區無障礙車位使用情形
- 60%之建築物日間平均使用率>0.5；其餘40%之建築物約0-0.4。
- 整體夜間平均使用率約0-0.5。



大安區、中正區無障礙停車使用率折線圖

- 其餘45%建築物為0.25-0.55。
- 整體建築物夜間平均使用率約0.05-0.3。

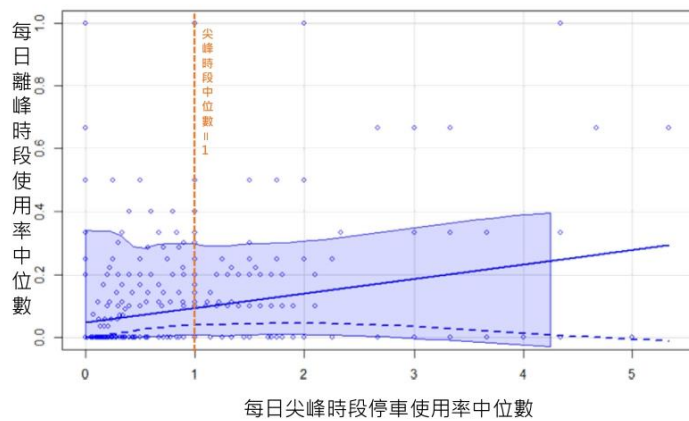


中山區無障礙停車使用率折線圖

51

統計分析：歷史使用率資料之整體趨勢

- 根據前述分析，設定尖峰為：8:00-17:00
- 選取各停車場每日尖峰、離峰時段內之使用率中位數作成散佈圖，以避免受離群值影響，更能看出停車使用率之集中趨勢
- 整體離峰使用率中位數低(閒置)，尖峰時段許多車位之使用率中位數>1(壅塞)



無障礙停車使用率尖峰與離峰時段之中位數散佈圖

52

統計分析：機器學習之隨機森林模型

背景

- 使用多元線性迴歸模型以測試各項變數對於使用率之影響後，並透過K近鄰演算法預測停車服務水準，最後使用機器學習隨機森林模型預測各時段之停車使用率

方法

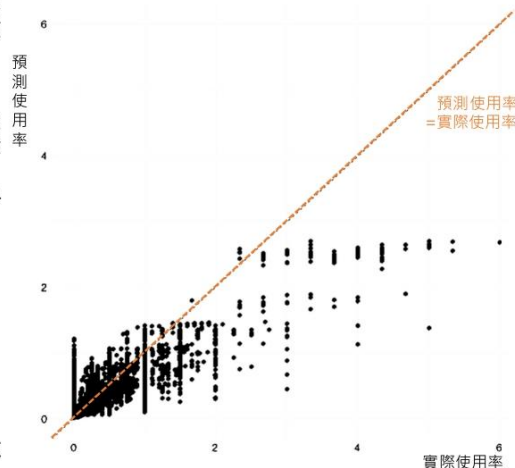
- 透過機器學習之監督式迴歸學習，超過2萬9,000筆資料之80%作為訓練集，20%作為測試集，進行模型績效評估
- 時段、地點、無障礙停車位數、尖峰時間為最重要之4個變數

判定能力

- 模型R平方值(R square) = 0.7094
- 無障礙停車使用率隨機森林模型預測解釋力約70%

應用

- 建築物開發許可審議判斷自設無障礙車位參考依據
- 建築法規無障礙停車位相關規定修訂參考依據
- 提高成功搜尋可用無障礙停車位機率、提高有限車位之使用及周轉率



預測使用率與實際使用率散佈圖

53

模型運用效益：未來資料驅動輔助政府循證決策

- 預測模型準確率70%，決策不確定性由50%減少20%。
- 內政部(中央建築、都市計畫主管機關)及地方機關參考機器學習預測模型進行循證決策

	尖峰時段(平日日間)可能結果		
	高需求區域 (例如：中正區)	中、高需求區域 (例如：中山區)	低需求區域 (例如：內湖區)
方案1: 提高建築法規供給量至4.6~6.2%	1. 緩解尖峰供不應求問題 2. 部分時段仍有不足 3. 部分時段、部分車位閒置	1. 改善尖峰時段供不應求問題 2. 部分時段、較多車位閒置	可能大量車位閒置
方案2: 都市及城鄉開發許可個案審議視區域需求提高供給	約50%以下建築物增加自設無障礙車位，可改善問題	少量建築物須增加自設無障礙車位，可改善問題	不須增加自設無障礙車位
方案3: 推動停車位共享，公有建築物一般車位4~4.5%尖峰時段轉為無障礙車位	緩解尖峰時段供不應求問題，使身心障礙者與一般人近用停車位之機會平等、無差別待遇		不須實施

54

後續落地推廣構想：蒐集大量多樣資料更新模型

模型落地優化

- 若提高樣本數不斷將資料匯入與測試，可以達到模型優化的效果。
- 樣本數提高之前提下，介接天氣、車流量、信令人口等即時資料，分析是否有影響停車使用率之情形，進而使用機器學習進行推估。



55

PART 6

結論與建議

- 結論
- 建議

結論

蒐集國內智慧建築案例資料建立建築物停車需求預測模型

📍 土地使用、鄰近大眾運輸可及性、停車收費費率對停車需求影響顯著

透過文獻回顧掌握影響停車需求之變數，經共線性檢定與模型修正後，本研究建構之多元線性迴歸模型顯示，多數自變數對智慧建築附設停車空間使用率具有顯著影響，模型解釋力良好，且殘差檢定結果符合線性迴歸模型假設。其中以土地使用、鄰近大眾運輸可及性與停車收費費率三個自變數為影響停車需求之關鍵因素。

📍 K近鄰演算法預測停車服務水準效果佳

根據實證結果，K近鄰演算法模型可有效預測新建建築物之停車需求，並據以精準規劃停車空間，給予新建建物在推估自行增設停車位之參考，帶來如降低地下室開挖等正面效益。此模型不僅可作為都市規劃與法規制定等供給面之參考，提升建築設計之效率，亦能協助建築業者精確評估停車需求，為未來智慧建築停車管理研究提供了一種可行的方法。

57

結論

建築物自設停車位數量決策優化之案例模擬分析

社會住宅是當今社會必要公共設施，同時民眾有迫切之停車需求，許多社會住宅的停車場除了滿足住戶的基本需求外，更開放給周邊居民共同使用，以提升資源利用效率，故本研究透過停車數據探討社會住宅整體之供需情形，並透過問卷對居住於社會住宅之民眾進行需求調查，結果顯示以社會住宅而言，目前**整體停車位供給不足**，超過半數的民眾認為現有的停車數量仍無法完全滿足需求。

📍 參加內政黑客松競賽：「接住需要無障礙車位的你（妳）—友善高齡之智慧建築無障礙停車位共享及建築法規調適循證決策資料服務」

本研究參與內政黑客松競賽，運用無障礙停車位歷史使用資料進行模型分析，實證結果顯示平日無障礙停車位之使用率大於假日，且無障礙停車位使用之尖峰時段為早上八點至下午五點。若以行政區為單位分析，台北市大安區、中山區、中正區多數無障礙停車位供不應求，若將建築物型態加以分類，學校、公園、廣場等公有建築無障礙停車位具有供不應求的情形，捷運站停車場之無障礙停車位則是供過於求。

58

建議

推廣機器學習演算法可提高智慧建築停車預測之準確性，並開放加值應用

 主辦機關：內政部建築研究所

 協辦機關：無

本研究運用之 K 近鄰演算法模型具備成為未來建築停車規劃重要工具之潛力。為進一步驗證模型之通用性，建議擴大樣本數，並將其應用於不同城市及地區。同時，可透過整合更多元之跨域數據，如信令人口資料及即時社經數據，提升模型精準度。未來可持續優化模型，使其更貼近實際需求，像是身心障礙車位、敬老、親子車位以及電動車位等課題，進行全面分析，結合法令與建成環境做通盤之檢討，此外，若將閒置停車位即時聯網，並開放加值應用，除了能改善交通狀況、提升停車位利用率外，更能為智慧建築物帶來額外的收入來源，進而提高其自償性，同時，應將智慧建築視為智慧城市的重要一環，深入探討其與智慧交通系統、智慧能源管理等基礎設施的整合，並結合環境監測數據，提供更全面的解決方案。

59

建議

智慧建築停車管理需考量建成環境因素

 主辦機關：內政部

 協辦機關：內政部建築研究所

本研究進行社會住宅案例自設停車位優化模擬分析，結果顯示法定停車位數在少數時段低估了停車需求。故建議政府及相關管理部門在制定智慧建築物停車空間規劃政策時，應充分考慮建築物的用途和公共交通便利性，在停車需求高的區域增設停車位，而在供給過剩的區域，則應探索將部分停車空間轉為其他用途，以提高土地使用效率，即著重建物停車空間調配，同時將建成環境因素納入考量，以科學化方式評估建築物停車需求，並據以調整法定停車位數，以提升都市交通系統之效率。同時，應發展區域性停車共享，推動即時聯網停車平台，並推出獎勵政策，鼓勵發展區域共享停車、公共運輸等多元化交通方式，以達到永續發展之目標。

60



簡報結束
敬請指教



附錄十三 期末審查意見回應表

委員	審查委員意見（依發言順序）	廠商回應
1	江教授維華 - 計畫目標明確，撰寫詳實。 - 建請說明資料應用係運用即時反應或較長時之資料。 - 計畫之目的性可再說明，例如：以建築物之實際使用資料，探討居住或通勤之停車位供需問題，評估現行建築法規之停車位規定是否合適？ - 未來若辦理後續研究，建議可將都市計畫、大眾運輸可及性、停車位所有權人是否有共享意願等因素對個別停車位供需影響納入探討。 - 研究成果對於政府制定建成環境之法定停車位規範有正面意義。	- 謝謝委員肯定。 - 感謝委員提醒，已於報告書補充說明，詳見第二章第二節。 - 感謝委員指教，已於報告書補充說明，詳見第一章第一節。 - 感謝委員指教，未來研究會將此建議納入參考。 - 謝謝委員肯定。
2	王委員安強 - 研究成果明確，符合預期。 - 本研究所發展之 K-近鄰演算法模型(K-Nearest Neighbors ,KNN)準確度超過 90%，案例模型分析結果顯示，社會住宅開放停車位對於解決周圍環境之停車負擔極有助益，建議可強化說明研究成果貢獻，有助於內政部推動社會住宅興建，減少周圍居民抗爭。 - 為便於理解，圖表用語建議略作調整如下： (1) 表 2-7、表 2-8 智慧建築「停車需求」自變數。 (2) 表 2-9 智慧建築「停車場」各服務水準。 (3) 圖 2-8 台北榮民總醫院第三門診 2023 使用率折線圖之圖示不易理解。 (4) 表 2-10 智慧建築特定時段之「停車」服務水準占比。 (5) 表 2-13 多類別羅吉斯回歸模型成果，「單位：樣本數」。 (6) 表 2-14 K-近鄰演算法模型成果，「單位：樣本數」。	- 謝謝委員肯定。 - 謝謝委員肯定。 - 感謝委員指教，已於報告書修正，詳見第二章第三節。
3	江教授哲銘 研究主題以數據分析探討建築物無障礙停車位供需問題，回應 2025 年我國進入超高齡社會，面臨亞健康、失能者人數增加，無障礙停車位需求提高之課題，成果對於未來建築法規調適有極佳之參考價值。	- 感謝委員肯定。 - 感謝委員肯定。 - 感謝委員肯定。

	2. 研究已提出內政黑客松競賽，具體說明使用對象、使用之資料、解決痛點、資料時間、分析方法與成果效益，符合計畫目標。 3. 研究將內政部智慧建築標章推動成效，進一步擴大至回應社會需求，可回應國家發展委員會113年8月15日公告國家發展計畫(114至117年)之國家發展策略。	
4	林教授建元： 1. 研究報告內容完整，另建議強調案例分析使用之臺北市社會住宅，其建築物附設停車空間採委外經營提供非住戶使用，強調資料分析顯示興建社會住宅確實可解決地區性之停車需求問題，以提高研究之社會貢獻。 2. 提出二項建議，請考慮是否可納入後續研究：首先，智慧建築除停車空間車輛使用資料外，也有室內環境品質偵測、通風設備等裝置，建議進一步探討如何運用即時資料分析，提升建築物停車空間之室內環境品質；此外，未來是否可推動建築物停車空間資料標準格式，以便於大數據匯聚分析產生有價值之成果，供政府等單位作決策參考。	1. 感謝委員指教，已於報告書補充說明，詳見第一章及第二章。 2. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考。
5	侯總經理文信： 1. 分析內容完整，有助於都市計畫規劃參考。 2. 後續研究建議結合2025年開徵碳費議題，嘗試透過智慧建築營運資料，探討電動車停車位供需問題，增加電動車使用誘因，達到環境社會和公司治理(ESG)目標。 3. 後續研究建議可將推動即時分享智慧建築營運數據，解決停車位不足等實務界關心議題，列為智慧建築推動重點之一。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考。 3. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考。
6	葉秘書長玉芬： 1. 成果符合預期目標。 2. 研究發展之停車位需求預測模型，有助未來都市停車位進行整體管理，建議後續研究可擴大至非智慧建築之停車空間使用資料、整合大眾運輸工具一併進行供需分析，或優化過去實施獎勵自設停車位之使用。 3. 後續研究建議結合人工智慧、智慧停車工具，將動態變化之停車空間使用資料，整合於臨時停車位地圖或結合非固定式月租等商業模式，優化地區整體停車位使用，提升本研究成果之貢獻。	1. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考。 2. 感謝委員指教，目前僅針對大數據應用於智慧建築物附設停車位需求之情形，未來研究會將此建議納入參考。 3. 感謝委員指教，本研究目前尚未考慮此課題，建議後續之研究將此議題納入。
7	財團法人台灣建築中心(連組長俊傑) 1. 建議使用之智慧建築28個案例，補充區位等資	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員指教，報告書第五

	料，有助解讀數據。 2. 問卷與資料分析結果相關性建請再補充。	章已有詳細說明相關性。
8	中華民國全國建築師公會(江建築師星仁) 1. 建請補充說明研究大數據分析使用之案例資料，係建築物附設停車空間或公共停車場之停車位使用資料，以利閱讀。	1. 感謝委員指教，分析案例未揭露個案細節，係為回應期中審查意見，對案例進行去識別化，惟已適度說明案例之使用用途、區位，應不至於影響資料解讀。

參考書目

中文參考文獻

1. 賀士庶 (2013)。鼓勵建築物增設停車空間使用現況調查之研究-以臺北市大安區、中山區為例。桃園創新學報，(33)，167-177。
2. 張怡文 (2017)。智慧建築資料開放應用調查之研究。
3. 內政部建築研究所 (2024)。智慧建築評估手冊。
4. 內政部 (2019)。內政部統計通報。
5. 中華民國統計資訊網 (2023)。
6. 鍾凱如 (2022)。臺北市公共自行車使用特性與空間分佈型態之趨勢變化分析。
7. 總統盃黑客松 (2024)。
8. 交通部 (2010)。交通工程手冊。
9. 臺北市政府 (2022)。111 年臺北市汽機車供需調查
10. 內政部國土管理署 (2024)。內政部主管法規建築技術規則建築設計施工編。
11. 臺北市政府都市發展局 (2024)。臺北市土地使用分區管制自治條例。
12. 交通部 (2024)。停車場法。
13. 邱瓊玉，2005，以永續觀點檢討建築停車空間設置標準之研究，內政部建築研究所自行研究報告。
14. 陳致堯，2017，臺北市社會住宅區位選址指標分析，社區發展季刊，33-47。
15. 朱建全、林亨杰、葉斯文、王維瑩 (2013)。新北市不同土地使用旅次發生

與停車需求調查研究。都市交通，27，184-203。

16. 吳玫芳、周世璋、黃俊霖（2013）。臺北市建築物附設機車停車空間使用管理之研究，物業管理學報，4（2），15-24。
17. 陳健忠，黃光宇，蔡佩容（2019），人工智慧方法應用於停車場資訊系統之建置，嶺東學報，（45），133-153。
18. 陳嘉懿（2012）。全球智慧綠建築案例分享，<https://reurl.cc/3x4pEL>。
19. 桃園市政府交通局（2019）。106 年度桃園市公有停車智慧化管理策略研究計畫結果。
20. 中鼎集團（2024）。屏東勝利公園—智慧建築地下停車場
21. 研華科技（2024）。研華林口物聯網智慧園區
22. 內政部建築研究所（2020），智慧建築雲端平臺應用推廣計畫。
23. 中華電信集團（2016），光世代雲端智慧綠建築系統。
24. The Edge（荷蘭，2024）
25. 太古坊一座（香港，2024）
26. Media-ICT 大樓（2024）
27. Pixel Building（澳洲，2024）
28. 新加坡首都大廈（新加坡，2024）
29. The Crystal（英國，2024）
30. Hattingen 銀髮照護住宅（德國，2024）
31. 香港交通政策白皮書（2024）。

外文參考文獻

1. Hogg, R. V., & Tanis, E. A. (2015). Probability and statistical inference (9th ed.). Pearson.
2. Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). Introduction to linear regression analysis (5th ed.). Wiley.
3. Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). Applied logistic regression (3rd ed.). Wiley.
4. Cover, T. M., & Hart, P. E. (1967). Nearest neighbor pattern classification. IEEE Transactions on Information Theory, 13(1), 21-27.
5. Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G. (2001). Pattern classification (2nd ed.). Wiley.
6. Gay, L. R. (1992). Educational research: Competencies for analysis and application (4th ed.). Macmillan Publishing Company.
7. Favaretto, M., De Clercq, E., Schneble, C. O., & Elger, B. S. (2020). What is your definition of Big Data? Researchers' understanding of the phenomenon of the decade. PloS one, 15(2), e0228987.
8. Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F. X., & Labys, P. (2003). Modeling and forecasting realized volatility. Econometrica, 71(2), 579-625.
9. Elgendy, N., & Elragal, A. (2014). Big data analytics: a literature review paper. In Advances in Data Mining. Applications and Theoretical Aspects: 14th Industrial Conference, ICDM 2014, St. Petersburg, Russia, July 16-20, 2014. Proceedings 14 (pp. 214-227). Springer International Publishing.

10. Kambatla, K., Kollias, G., Kumar, V., & Grama, A. (2014). Trends in big data analytics. *Journal of parallel and distributed computing*, 74(7), 2561-2573.
11. Zantalis, F., Koulouras, G., Karabetsos, S., & Kandris, D. (2019). A review of machine learning and IoT in smart transportation. *Future Internet*, 11(4), 94.
12. Aliero, M. S., Asif, M., Ghani, I., Pasha, M. F., & Jeong, S. R. (2022). Systematic Review Analysis on Intelligent building: Challenges and Opportunities. *Sustainability*, 14(5), 3009.
13. Plageras, A. P., Psannis, K. E., Stergiou, C., Wang, H., & Gupta, B. B. (2018). Efficient IoT-based sensor BIG Data collection–processing and analysis in intelligent buildings. *Future Generation Computer Systems*, 82, 349-357.
14. Shoup, D. (2005). *The High Cost of Free Parking*. Planners Press.
15. Litman, T. (2020). *Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for transport planning*.
16. Hess, D. J. (2001). *Ethnography and the development of science and technology studies* (pp. 234-245). na.
17. Marsden, G. (2006). The evidence base for parking policies—a review. *Transport policy*, 13(6), 447-457.
18. Zanni, A. M., & Ryley, T. J. (2015). The impact of extreme weather conditions on long distance travel behaviour. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77, 305-319.
19. Guo, Z., & Ferreira Jr, J. (2008). Pedestrian environments, transit path choice, and transfer penalties: Understanding land-use impacts on transit travel. *Environment*

- and Planning B: Planning and Design, 35(3), 461-479.
20. Khattak, A. J., & De Palma, A. (1997). The impact of adverse weather conditions on the propensity to change travel decisions: a survey of Brussels commuters. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 31(3), 181-203.
 21. Manville, M., & Shoup, D. C. (2010). Parking requirements as a barrier to housing development: regulation and reform in Los Angeles.
 22. Giuliano, G. (1989). Incident characteristics, frequency, and duration on a high volume urban freeway. *Transportation Research Part A: General*, 23(5), 387-396.
 23. Théry, C., Witwer, K. W., Aikawa, E., Alcaraz, M. J., Anderson, J. D., Andriantsitohaina, R., ... & Jovanovic-Talisman, T. (2018). Minimal information for studies of extracellular vesicles 2018 (MISEV2018): a position statement of the International Society for Extracellular Vesicles and update of the MISEV2014 guidelines. *Journal of extracellular vesicles*, 7(1), 1535750.
 24. Meacham-Hensold, K., Montes, C. M., Wu, J., Guan, K., Fu, P., Ainsworth, E. A., ... & Bernacchi, C. J. (2019). High-throughput field phenotyping using hyperspectral reflectance and partial least squares regression (PLSR) reveals genetic modifications to photosynthetic capacity. *Remote sensing of environment*, 231, 111176.
 25. Campos-Taberner, M., García-Haro, F. J., Martínez, B., Izquierdo-Verdiguier, E., Atzberger, C., Camps-Valls, G., & Gilabert, M. A. (2020). Understanding deep learning in land use classification based on Sentinel-2 time series. *Scientific reports*, 10(1), 17188.
 26. Willson, R., O'connor, T., & Hajjiri, S. (2012). Parking at affordable housing:

- Study results in San Diego, California. *Transportation research record*, 2319(1), 13-20.
27. Jae-Myung, H. (2004). A Study on the Parking Demand of Apartment Complex in Daegu city. *Journal of the Korean housing association*, 15(5), 51-58.
28. Alyssa B. Sherman, 2010, “The Effects of Residential Off-Street Parking Availability on Travel Behavior in San Francisco”, *Urban and Regional Planning* San Jose State University, the Degree Master of Urban Planning.
29. Pendola, R., Ruddy, S., & Tosta, E. (2005). Residential Parking Requirements in San Francisco: Do They Affect Travel Behavior?. Unpublished report presented to Livable City by San Francisco State University Urban Studies Program.
30. Adler, T., & Ben-Akiva, M. (1979). A theoretical and empirical model of trip chaining behavior. *Transportation Research Part B: Methodological*, 13(3), 243-257.
31. Buckman, A. H., Mayfield, M., & Beck, S. B. (2014). What is a intelligent building?. *Smart and Sustainable Built Environment*, 3(2), 92-109.
32. Chester, M., Fraser, A., Matute, J., Flower, C., & Pendyala, R. (2015). Parking infrastructure: A constraint on or opportunity for urban redevelopment? A study of Los Angeles County parking supply and growth. *Journal of the American Planning Association*, 81(4), 268-286.
33. Gabbe, C. J. (2018). How do developers respond to land use regulations? An analysis of new housing in Los Angeles. *Housing Policy Debate*, 28(3), 411-427.
34. Gabbe, C. J., Pierce, G., & Clowers, G. (2020). Parking policy: The effects of residential minimum parking requirements in Seattle. *Land Use Policy*, 91, 104053.

35. Hoehne, C. G., Chester, M. V., Fraser, A. M., & King, D. A. (2019). Valley of the sun-drenched parking space: The growth, extent, and implications of parking infrastructure in Phoenix. *Cities*, 89, 186-198.
36. Inci, E. (2015). A review of the economics of parking. *Economics of Transportation*, 4(1-2), 50-63.
37. Jia, M., Komeily, A., Wang, Y., & Srinivasan, R. S. (2019). Adopting Internet of Things for the development of intelligent buildings: A review of enabling technologies and applications. *Automation in Construction*, 101, 111-126.
38. Minoli, D., Sohraby, K., & Occhiogrosso, B. (2017). IoT considerations, requirements, and architectures for intelligent buildings—Energy optimization and next-generation building management systems. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(1), 269-283.
39. Parmar, J., Das, P., & Dave, S. M. (2020). Study on demand and characteristics of parking system in urban areas: A review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7(1), 111-124.
40. Verma, A., Prakash, S., Srivastava, V., Kumar, A., & Mukhopadhyay, S. C. (2019). Sensing, controlling, and IoT infrastructure in intelligent building: a review. *IEEE Sensors Journal*, 19(20), 9036-9046.
41. Zantalis, F., Koulouras, G., Karabetsos, S., & Kandris, D. (2019). A review of machine learning and IoT in smart transportation. *Future Internet*, 11(4), 94.

應用智慧建築及內政大數據預測建築物停車需求之研究

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：陳興隆、白仁德、張怡文、林谷陶、李承翰、鄭宗記、邱奕瑄、郭以潔

出版年月：113 年 12 月

版次：第 1 版

ISBN：978-626-7501-40-5(平裝)