

## 組別:政AI撈郵水

### 作品名稱

#### 郵箱模擬與最佳化策略

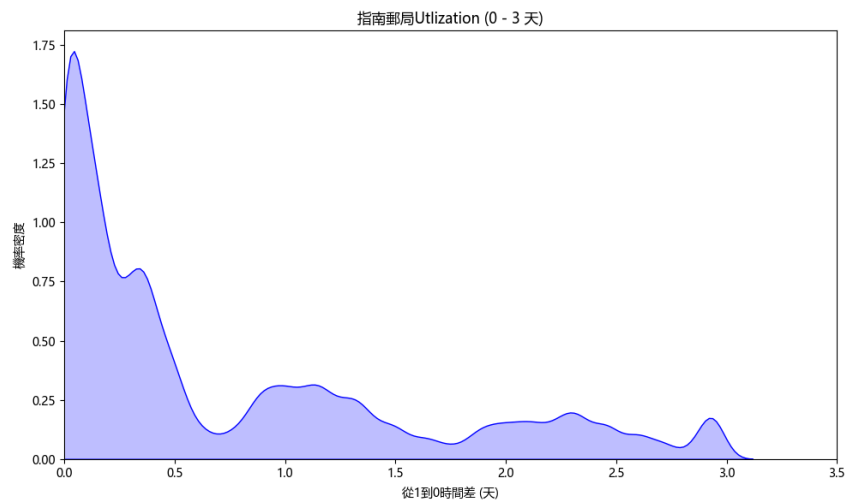
### 摘要

我們探討如何實踐i郵箱於儲格配置上的最佳化，我們主旨以i郵箱的利用率提升(Utilization rate)及閒置率(Idle rate)收斂，再基於數據模擬取得最大化收益。在模擬高透明性及高可控性下，我們分析各尺寸i郵箱儲格配置下的利用率和閒置率，透過對資料清洗並針對寄取件標記，再以時間切段剖析數據，後經由蒙地卡羅模擬(Monte Carlo Method)以真實機率模擬需求頻率，權衡最適合的i郵箱儲格配置，試圖有效地完善i郵箱靜態配置，取得最佳化儲格配置的模擬決策分析。

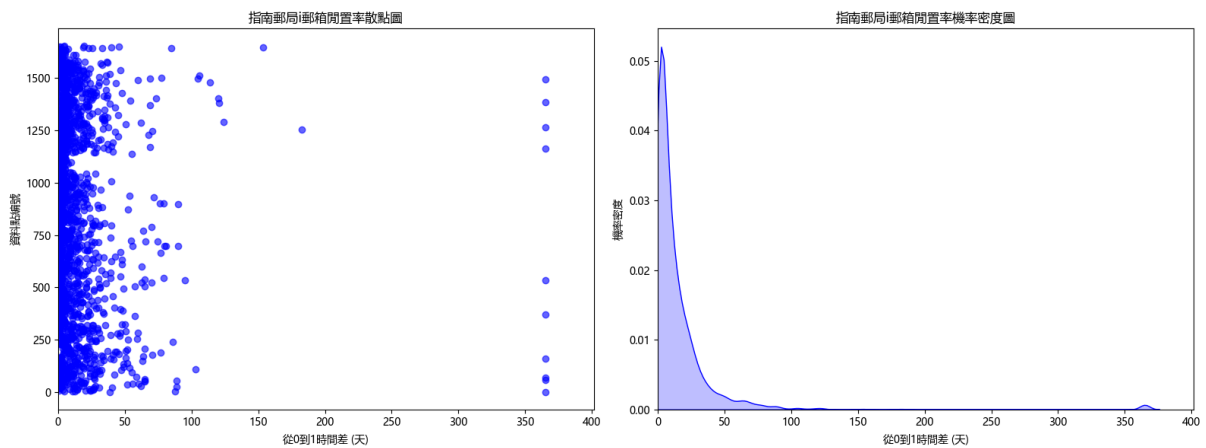
### 創新解方實用性

#### 1.創新解方目標:

- 視覺化資料，了解 i 郵箱的使用情況
- 計算 i 郵箱的利用率(圖1)和閒置率(圖2)了解各箱體的儲格使用情況，閒置時間下降，利用時間即上升，閒置偏高表示可以減少箱子但是也不能盲目把閒置的箱砍掉，因此需要進行電腦模擬。
  - 利用率(Utilization Time Distribution):  
某 i 郵箱的儲格從滿箱到空箱的間隔時間(1->0)，表示這段時間有人使用。註：  
因為政策關係(最晚三天要取件)，因此利用率的分布由0天到3天。
  - 閒置率(Idle Time Distribution):  
某 i 郵箱的儲格從空箱到滿箱的間隔時間(0->1)，表示這段時間沒有人使用，以指南郵局三個i郵箱為例，空箱時間可達半年(未使用，小格)。



(圖1) 使用率



(圖2) 閒置率

- 透過電腦模擬, 計算出不同  $i$  郵箱數目下的機會成本 ; 並紀錄放不下的狀況(無法從資料直接觀測)

目標函數:

$$\text{機會成本} = (S \times P) - (F \times P) - \begin{cases} C, & \text{若 } D = 0 \\ 0, & \text{若 } D > 0 \end{cases}$$

- 寄件成功次數為  $S$
- 寄件失敗次數為  $F$
- 寄件價格為  $P$
- 閒置成本為  $C$
- 當天需求數為  $D$

## 2.創新解方作業流程實用性:

- 抽樣和模擬方法嚴謹定義:

- 儲格狀態模擬: 透過貨態資料將快遞狀態轉成0:取件 1:寄件 的情況, 從01訊號的變換可以得知儲格的使用情況, 化成分布圖後可以用此來模擬一天中儲格的狀態。
- 寄件需求(Demand): 比賽提供資料不能直接作為寄件需求, 因為不能把郵箱紀錄當作寄件隨機事件(當郵箱放滿時, 可能還有需求產生, 但因為沒有寄件, 因此未有紀錄)。但是以我們篩出的指南郵局為例, 因為觀測到大部分時間都有剩餘空箱, 因此隨機需求應落在比賽提供資料範圍內。
- 決策科學: 電腦模擬可以做到視覺化無法提供的期望值計算, 而非單點機率, 甚至可以模擬不存在的情況, 讓我們更了解該如何做決策。
  - 真實世界無法蒐集不同儲格數量下的機會成本, 但透過電腦模擬可以大量計算以趨近真實狀況。
  - 每一個儲格數量都模擬多次, 並且計算出平均的機會成本, 這樣可以找到最適合的儲格數量來滿足需求, 並且減少不必要的成本。
- 電腦模擬流程
  - **價格:** 每次寄件的收費。
  - **閒置成本:** 當天如果完全沒有寄件需求, 我們會產生額外的閒置成本。這裡設為0, 也就是說沒有寄件需求時, 這個成本不算入機會成本。
  - **成功和失敗的記錄:** 統計每天寄件需求的「成功次數」和「失敗次數」。
    1. **需求的產生:** 根據過去的數據, 每天抽樣出一組寄件需求, 這些需求會根據一天中不同的時間點(以分鐘計算)分佈。
    2. **需求處理流程:**
      - 對於每一個需求, 我們會依次檢查是否能夠在一天中特定的時間段內成功寄件。
      - 每次檢查時, 我們會設定一個「時間段」, 每 360 分鐘(6 小時)分成一段, 來判斷需求所屬的時間段, 這樣可以確認這個時間段是否有閒置的儲格來處理需求。
      - 如果在需求的時間段裡有足夠的閒置時間來寄件, 就算是一次「成功」, 不然就算一次「失敗」。
  - **計算機會成本:**
    - 當需求處理完後, 我們可以用下面的方式來計算機會成本
      - 目標函數:「成功次數」乘以「價格」, 減去「失敗次數」乘以「價格」。

如果當天完全沒有寄件需求，還會額外扣除閒置成本。

## 大數據分析選用理論架構模型與數據可視化表現

基於全台多個 i 郵箱的使用情況，我們從最貼近生活的校園周邊著手，選擇政大附近的文山指南郵局作為分析起點，以單一郵局各 i 郵箱拓及至全體郵局 i 郵箱。我們深入分析了該郵局的 i 郵箱各箱體儲格使用情況，重點計算了各儲格的利用率(utilization rate)和閒置率(idle rate)，輔以時間段頻率調節需求，以掌握郵局儲格配置的實際需求。

### 分析步驟

#### 1. 資料整理與初步分析：

首先，從提供的 i 郵箱 111 年貨態資料中篩選出文山指南郵局的數據，該郵局包含三個 i 郵箱箱體。我們將取件(空)標記為 0，寄件(滿)標記為 1(圖3)，並加入時間因素，分析各儲格在不同時間段的使用情況。根據這些數據，我們對各儲格的使用情況進行匯總，計算出每個儲格的總使用次數、空置次數以及在不同時間段的使用頻率。進一步地，我們計算出各儲格在特定時間段的利用率和閒置率，以更精確地掌握需求變化，為後續配置優化提供支持。

| 1到0的時間 | 時間區間 | 箱體ID | 儲格ID | 儲格尺寸 | 箱到宅價錢(元) | 箱到箱價錢(元) | 建立星期 | 日類型    | 開始時間 | 結束時間                    |                         |
|--------|------|------|------|------|----------|----------|------|--------|------|-------------------------|-------------------------|
| 0      | 344  | 凌晨   | 1779 | 1    | 大格       | 70       | 60   | Sunday | 假日   | 2022-01-16 00:15:57.070 | 2022-01-17 15:00:38.770 |
| 1      | 360  | 早上   | 1779 | 1    | 大格       | 70       | 60   | Sunday | 假日   | 2022-01-16 00:15:57.070 | 2022-01-17 15:00:38.770 |
| 2      | 360  | 下午   | 1779 | 1    | 大格       | 70       | 60   | Sunday | 假日   | 2022-01-16 00:15:57.070 | 2022-01-17 15:00:38.770 |
| 3      | 360  | 晚上   | 1779 | 1    | 大格       | 70       | 60   | Sunday | 假日   | 2022-01-16 00:15:57.070 | 2022-01-17 15:00:38.770 |
| 4      | 360  | 凌晨   | 1779 | 1    | 大格       | 70       | 60   | Sunday | 假日   | 2022-01-16 00:15:57.070 | 2022-01-17 15:00:38.770 |
| ...    | ...  | ...  | ...  | ...  | ...      | ...      | ...  | ...    | ...  | ...                     | ...                     |
| 10154  | 108  | 下午   | 2621 | 40   | 小方格      | 60       | 55   | Sunday | 假日   | 2022-11-20 16:11:32.880 | 2022-11-21 17:31:02.100 |
| 10155  | 360  | 晚上   | 2621 | 40   | 小方格      | 60       | 55   | Sunday | 假日   | 2022-11-20 16:11:32.880 | 2022-11-21 17:31:02.100 |
| 10156  | 360  | 凌晨   | 2621 | 40   | 小方格      | 60       | 55   | Sunday | 假日   | 2022-11-20 16:11:32.880 | 2022-11-21 17:31:02.100 |
| 10157  | 360  | 早上   | 2621 | 40   | 小方格      | 60       | 55   | Sunday | 假日   | 2022-11-20 16:11:32.880 | 2022-11-21 17:31:02.100 |
| 10158  | 331  | 下午   | 2621 | 40   | 小方格      | 60       | 55   | Sunday | 假日   | 2022-11-20 16:11:32.880 | 2022-11-21 17:31:02.100 |

(圖3) 文山指南郵局-分析數據

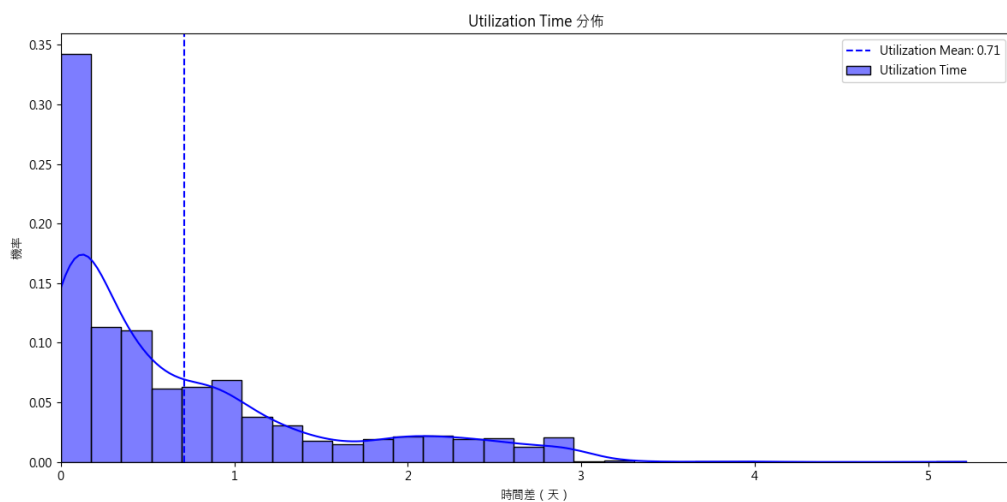


(圖4) 文山指南郵局(局號: 100171)三個i郵箱布點

## 2.分析結果

### 使用時間(Utilization Time)分佈:

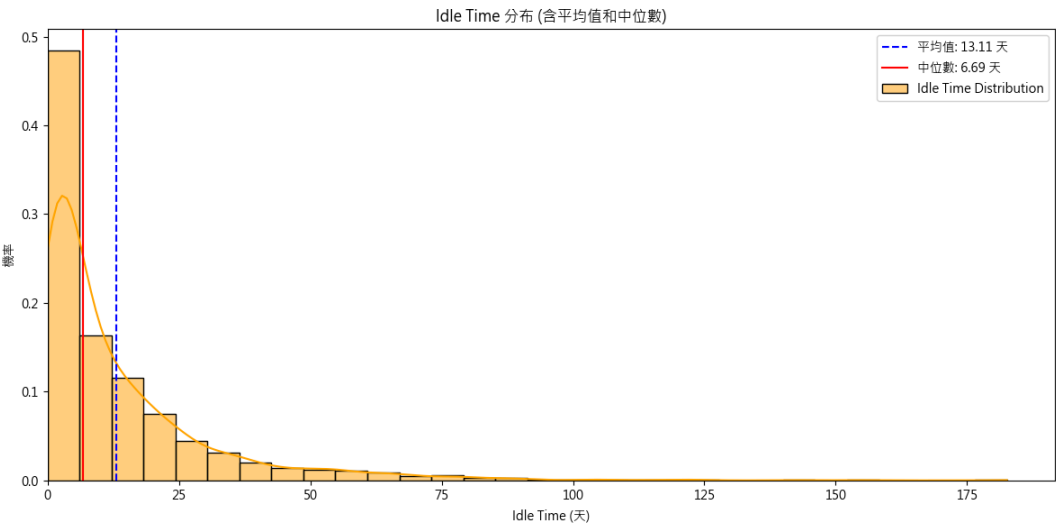
從使用時間的分佈圖可以看出，約 40% 的儲格在短時間內被頻繁使用(20 天以內)，顯示出高需求。隨著時間差的增大，使用時間逐步降低，顯示部分儲格的使用頻率相對較低，說明需求呈現集中但不均的模式。



(圖5) 使用時間(Utilization Time)分佈圖

**閒置時間 (Idle Time) 分佈：**

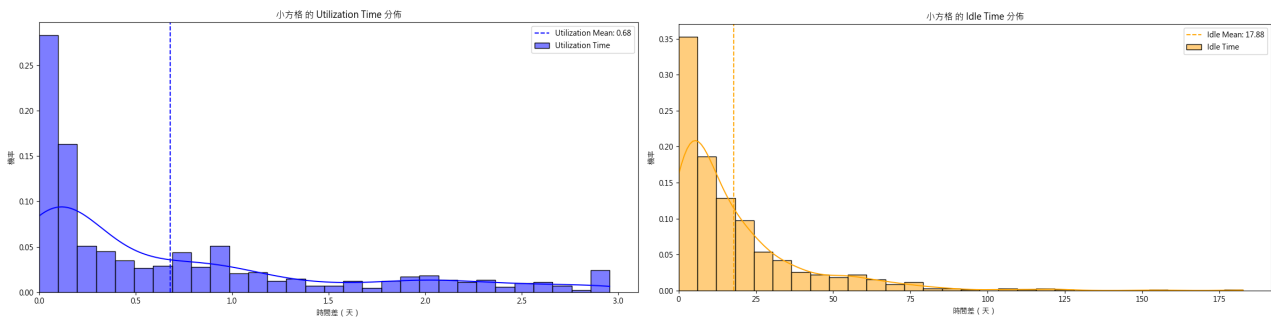
閒置時間機率分佈圖顯示，大多數儲格在短時間內重新被使用，其中6.69天內的閒置比例最高。但部分儲格的閒置時間較長，說明有進一步優化儲格分配的空間。



(圖6)閒置時間 (Idle Time) 分佈圖

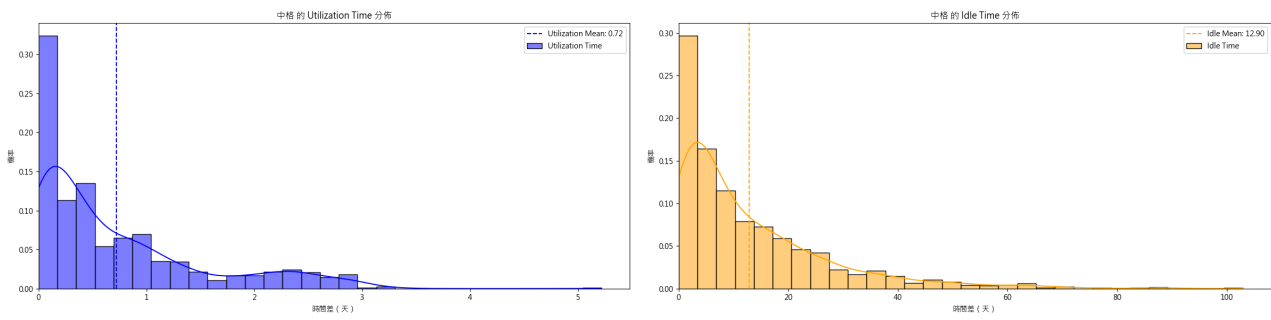
**各儲格大小的 Utilization 和 Idle Time 分布：**

- **小方格：**閒置時間中，利用時間中，可能需求量大但未被充分使用。



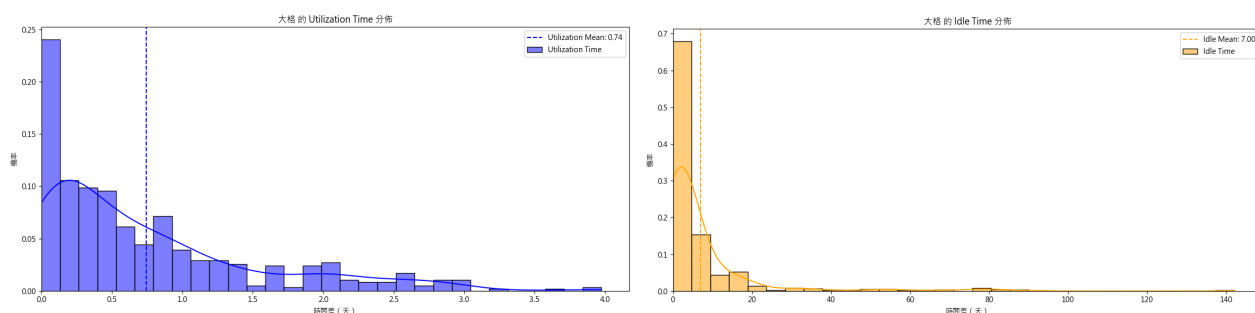
(圖7) (圖8)小方格使用 (Utilization) 時間和閒置 (Idle) 時間分佈圖

- **中格：**閒置時間低，利用時間高，需求穩定。



(圖9) (圖10) 中方格使用 (Utilization) 時間和閒置 (Idle) 時間分佈圖

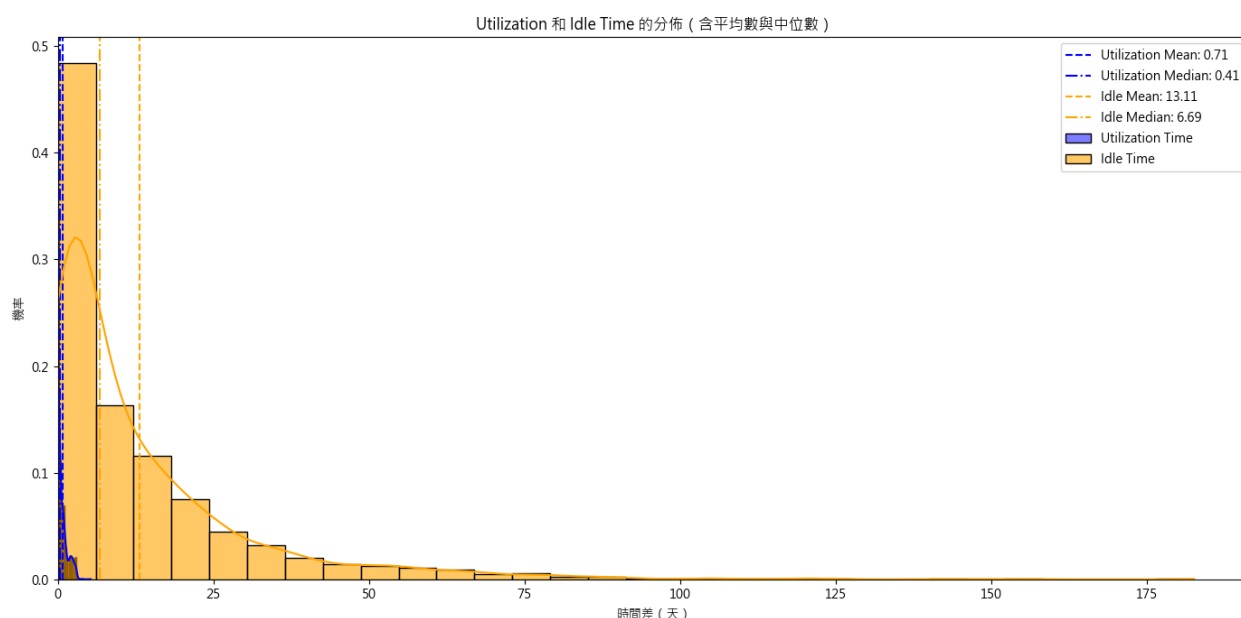
- **大格**: 閒置時間高, 利用時間低, 需求量低。



(圖11) (圖12) 大方格使用 (Utilization) 時間和閒置 (Idle) 時間分佈圖

### 綜合 Utilization 和 Idle Time 分佈:

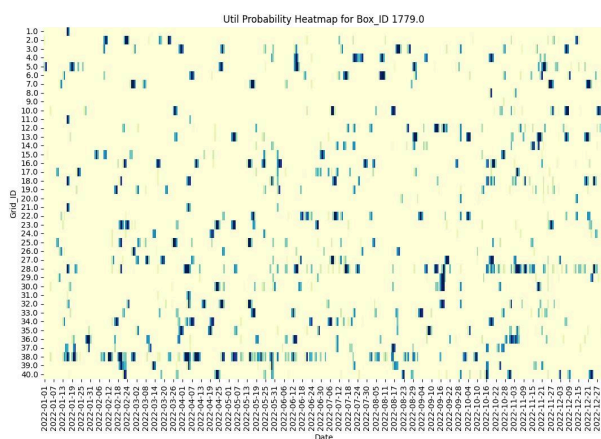
藍色部分代表使用時間, 大多數儲格的使用時間集中在短時間內(政策規範), 顯示寄件需求通常是短暫佔用。橙色部分代表閒置時間, 儲格閒置的時間較長, 中位閒置時間達到6.69天, 表示需求頻率不高。這樣的分佈顯示資源配置有優化空間, 可以調整低需求的儲格數量, 將資源集中於需求較高的區域, 以提升資源的利用效率



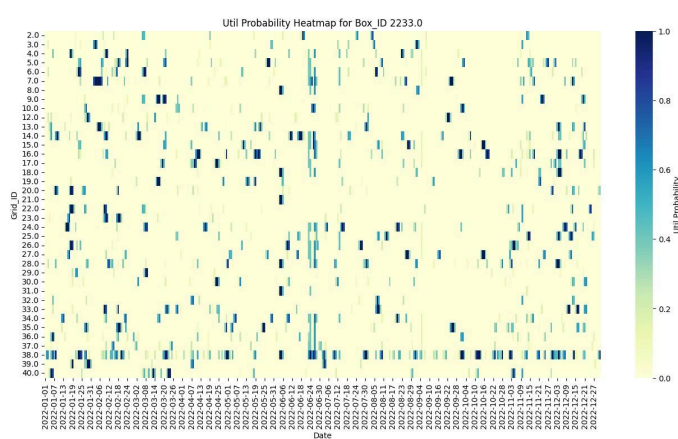
(圖13) 使用 (Utilization) 時間和閒置 (Idle) 時間重疊分佈圖

## 指南郵局三個箱體的使用熱力圖觀察：

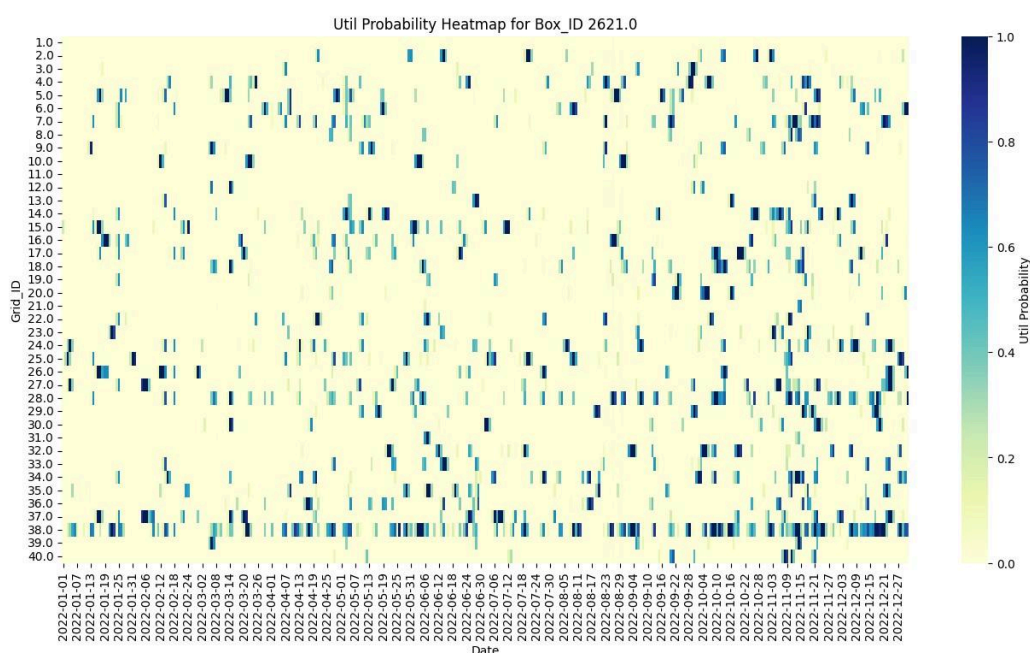
深淺色代表儲格一天的狀況：顏色越深表示儲格一天使用時間較長，越淺表示一天當中空置時間多。



(圖14)箱體ID 1779 儲格使用頻率熱點圖



(圖15)箱體ID 2233 儲格使用頻率熱點圖



(圖16)箱體ID 2621 儲格使用頻率熱點圖

### a. 高峰期使用的觀察：

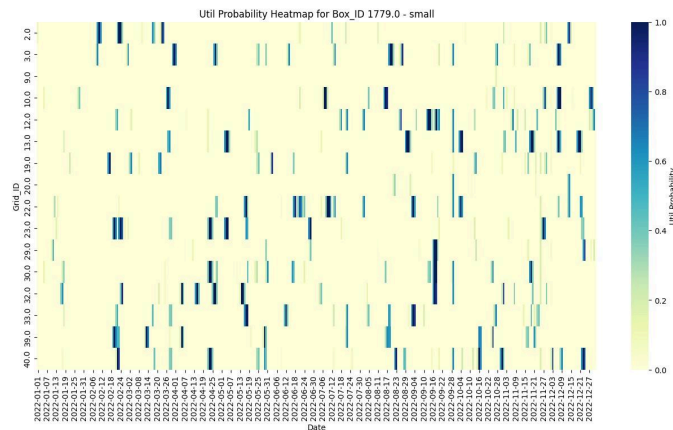
從熱力圖中可以看到，特定儲格在假期、年末等高峰時段有頻繁使用，顯示出需求的季



節性波動。在 Box\_ID 2621、2233 和 1779 中，數個儲格顯示出間歇性的高利用率，尤其某些儲格在整個週期中穩定使用，表明其位置優勢或偏好。

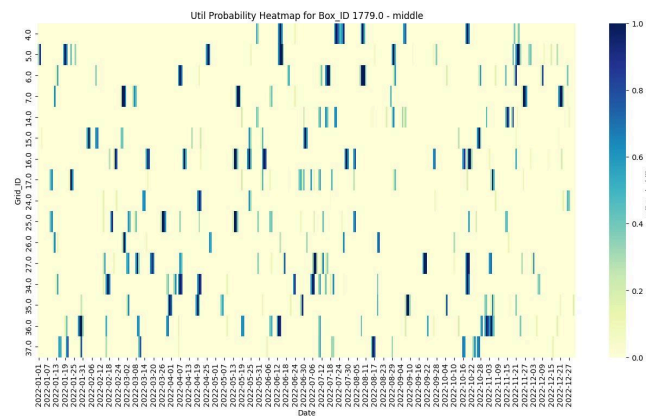
#### b. 不同儲格的使用頻率差異 —— 以指南郵局箱體ID 1779為例

- **小型儲格 (Small Grid - Box ID 1779.0)：**小型儲格使用頻率高，在部分日期有較深的使用密度(如熱力圖上藍色較深區)。整體上，利用率和需求密度較高，顯示其在日常郵件上的需求較大，優化配置時可考慮增加小型儲格數量以滿足需求。



(圖17)箱體ID 1779 小儲格使用頻率熱點圖

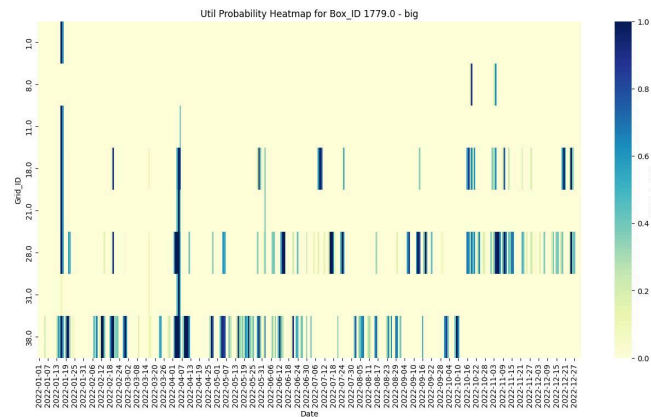
- **中型儲格 (Middle Grid - Box ID 1779.0)：**中型儲格需求居中，部分日期有高利用率，但整體使用密度略低於小型儲格。可進行季節性分析或搭配其他儲格，以掌握需求趨勢並適度配置。



(圖18)箱體ID 1779 中儲格使用頻率熱點圖

- **大型儲格 (Big Grid - Box ID 1779.0)：**大型儲格的使用頻率最低，許多日期顯示低利用率，表明需求低，僅在特定高峰期會被使用。適合減少其數量，或考慮提供短期或彈

性使用服務，以降低閒置率和資源浪費。



(圖19)箱體ID 1779 大儲格使用頻率熱點圖

### c. 地理位置與利用率的影響

不同箱體的位置和服務範圍差異造成使用率不同。以 Box\_ID 1779 為例，部分儲格幾乎每日使用，而 Box\_ID 2233 的使用情況相對分散，表明地理位置影響需求特性。建議根據地區需求特點動態調整配置，需求高的區域增加儲格密度，需求低的區域則減少，以避免儲格閒置。

基於結果進行模擬(Simulation)：

#### 時段劃分

為了更好地反映一天中需求的變化，我們把一天分成了四個時段：

- **午夜**:凌晨 0 點到早上 6 點
- **早晨**:早上 6 點到中午 12 點
- **下午**:中午 12 點到傍晚 6 點
- **晚上**:傍晚 6 點到午夜 12 點

每個時段的儲格使用情況可能不同，例如午夜使用箱子的需求可能很少。

#### 參數的設定

#### 儲格機率名稱與定義

## 1. 起始狀態機率

- **定義:** 表示一天開始時(00:00)儲格是空或滿的機率。

## 2. 儲格狀態變化機率

- 空到滿的
  - 午夜空到滿機率(0:00 - 6:00): 儲格在午夜期間從空變滿的機率, 發生時間分布於0至360分鐘內。
  - 早晨空到滿機率(6:00 - 12:00): 儲格在早晨期間從空變滿的機率, 發生時間分布於0至360分鐘內。
  - 下午空到滿機率(12:00 - 18:00): 儲格在下午期間從空變滿的機率, 發生時間分布於0至360分鐘內。
  - 晚上空到滿機率(18:00 - 24:00): 儲格在晚上期間從空變滿的機率, 發生時間分布於0至360分鐘內。
- 滿到空的
  - 午夜滿到空機率(0:00 - 6:00): 儲格在午夜期間從滿變空的機率, 發生時間分布於0至360分鐘內。
  - 早晨滿到空機率(6:00 - 12:00): 儲格在早晨期間從滿變空的機率, 發生時間分布於0至360分鐘內。
  - 下午滿到空機率(12:00 - 18:00): 儲格在下午期間從滿變空的機率, 發生時間分布於0至360分鐘內。
  - 晚上滿到空機率(18:00 - 24:00): 儲格在晚上期間從滿變空的機率, 發生時間分布於0至360分鐘內。

| 分鐘  | afternoon | evening | midnight | morning |
|-----|-----------|---------|----------|---------|
| 0   | 0.00336   | 0.00206 | 0        | 0.00255 |
| 1   | 0.00421   | 0.0017  | 0.0001   | 0.00266 |
| 2   | 0.00465   | 0.00197 | 0        | 0.00324 |
| 3   | 0.00479   | 0.00099 | 0.0001   | 0.00353 |
|     |           |         |          |         |
| 358 | 0.00027   | 0.00054 | 0        | 0.00058 |
| 359 | 0.00067   | 0.00081 | 0        | 0.00046 |
| 360 | 0.25398   | 0.77535 | 0.98567  | 0.38718 |

## 需求機率名稱與定義

### 1. 每日人數使用機率

- a. **定義:** 計算一天內不同人數使用儲格的機率。

### 2. 使用時間分布

- a. **定義:** 記錄每一位使用者在一天內不同時間(以分為單位)使用儲格的分布。
- b.

## 進行模擬之步驟

### (1) 模擬儲格的狀態

儲格整天的狀態模擬方法如下：

1.一開始，每個儲格可能是空的或是滿的，我們用隨機的方式決定每個儲格的初始狀態。例如，30%的儲格一開始是空的，70%的儲格是滿的。

2.依據上面抽出來的解果，如果是空，從早上的空到滿機率來抽，反之，如果是滿，則從滿到空的機率去抽，假設00:00是滿的(也就是一開始抽到滿的)，接下從早上的滿到空機率中抽出63分，所以就是00:00到01:03都是滿的，直到01:04變成空，然後這時候會判斷目前是在哪個時間區間，確認完哪個時間區間後就從該時間區段取機率來抽，直到一天結束，以下是示意圖，一天的箱子狀態，1代表滿，0代表空。

```
[1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 1,
0, 1, 1,
0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1,
1, 1, 0,
0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1,
0, 1, 0,
1, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 1,
1, 0, 0,
0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1,
0, 1, 1,
... (更多項目) ...
1, 1, 1]
```

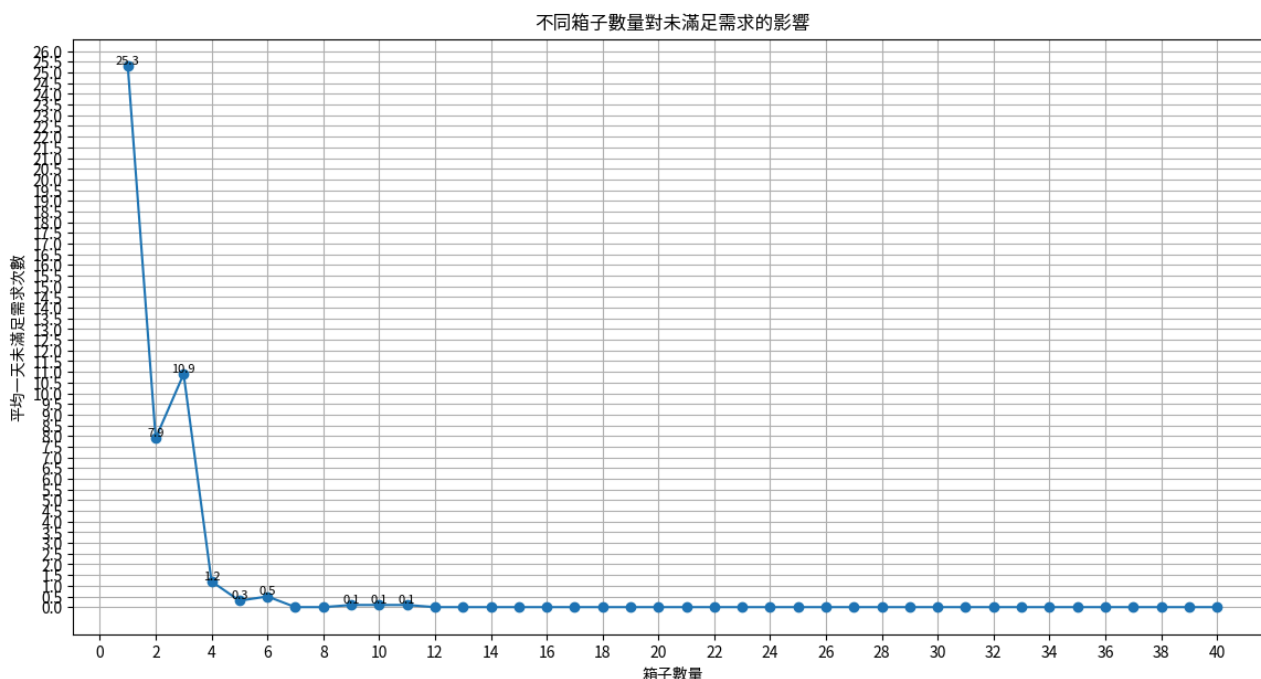
### (2) 需求的生成與檢查

產生需求：我們首先隨機抽出一天中，會有幾個人來使用儲格，然後針對每一個人再次隨機抽出今天出現要來使用儲格的具體時間(單位以分)，例如，我們首先抽出今天當中會有三個人(A、B、C)來使用儲格，再者，我們抽出A來使用時間(06:39)、抽出B來使用時間(17:44)、抽出C來使用時間(21:39)。

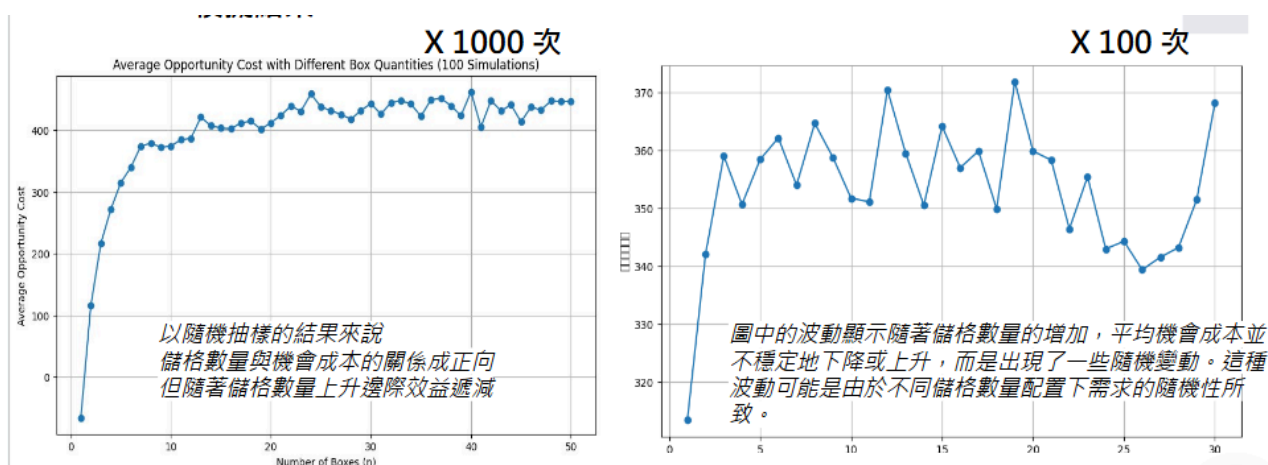
檢查需求是否被滿足：每分鐘檢查需求是否被滿足，也就是如果有人想使用儲格時，所有儲格都是滿的，我們就記錄一次「未滿足的需求」，這樣可以知道一天中有多少次需求沒有被滿足。

## 模擬結果與分析

- **統計未滿足的需求**: 我們記錄不同數量的儲格下, 有多少次需求沒有被滿足, 並把這些結果通過可視化表現, 透過觀察儲格數量變多, 需求不被滿足的次數是否有明顯減少。
- **結果發現**: 當儲格數量增加時, 未被滿足的需求次數會減少, 直到某個點後, 增加儲格的數量對需求的滿足情況已經幫助不大, 所以可以說 依據模擬結果儲格數量只要超過11個就可以滿足每天的使用需求(依據示意圖)。



(圖20)針對不同儲格數量對未滿足需求的影響之模擬結果示意圖



(圖21)針對不同儲格數量下的平均機會成本之模擬結果示意圖

## 大數據分析預測效益與可行性：

### 1. 可擴展性

該模擬方法可靈活應用於郵局以外的場景，協助其他場域進行資源配置決策，例如：

- **運輸路線班次最佳化**：透過模擬不同地區和時段的郵件需求量，郵局能優化車輛調度和運輸路線班次。例如在需求高峰期安排更多的班次，以確保郵件及時送達；在需求低谷時減少班次以降低運輸成本。這種擴展應用亦適用於其他類型的物流配送，例如快遞或包裹物流，幫助他們在需求變動的情況下更有效地調配資源。
- **最佳投遞區段或人力規劃**：利用模擬結果，郵局可以優化投遞區域劃分和人力配置，讓員工負責適當區域以應對需求波動。例如在高需求的地區增派人力，在低需求地區減少人力配置，從而提升整體投遞效率，確保寄件需求的高效滿足，並降低資源的閒置情況。
- **模擬結果結合 i 郵箱佈點選址**：i 郵箱儲格數量模擬結果可應用於 i 郵箱的佈點選址。根據需求密集度，郵局能在需求較高的區域增加 i 郵箱覆蓋率，滿足更多顧客的需求，同時減少低需求區域的閒置資源，避免不必要的資源重疊與浪費。在成本效益上，該策略降低了過多佈點帶來的資金壓力，增強了資源利用率，實現服務覆蓋擴展與投資回報的平衡。整合模擬結果與外部數據後，郵局的佈點選址更具智慧化，有助於精準預測需求，支持長期的資源配置規劃。

### 2. 可行性

此模擬易於運用歷史數據進行調整，且可以通過較小範圍的試點測試來驗證模擬結果的準確性。因為模擬不需要實際建造或改造儲格，郵局只需根據數據結果來做出儲格配置的策略，降低了試錯成本並提升了配置的靈活性。

### 3. 預測效益

電腦模擬相較機器學習具備流程透明度，數據可控性可以清楚追溯步驟及變量，不如機器學習的黑箱特性難以解釋內部決策邏輯。預期效益可在研議 i 郵箱配置決策時，有更實質的數據背景模擬去借鑑，能因應時段需求量波動進行儲格配置，更推向 i 郵箱區域佈點需求面，帶來收益和需求面向上的策略參照。

#### 4. 效益分析

| 特性      | 電腦模擬                            | 機器學習             | 數據視覺化     |
|---------|---------------------------------|------------------|-----------|
| 數據要求    | ✓ 數據量足夠即可                       | 高度依賴數據的量和品質      | ✓ 數據量足夠即可 |
| 結果表現    | ✓ 可模擬不存在情況<br>(e.g. 只有一格的 i 郵箱) | 生成預測或分類結果        | 圖表展示      |
| 預測/擴展數據 | ✓ 可生成預測<br>可評估效果                | ✓ 可預測<br>可評估模型效果 | 無法預測      |
| 解釋性     | ✓ 可有邏輯的<br>解釋原因幫助決策             | 無法解釋             | 可透過圖表解釋   |