



# 智慧能耗與碳排管理平台開發

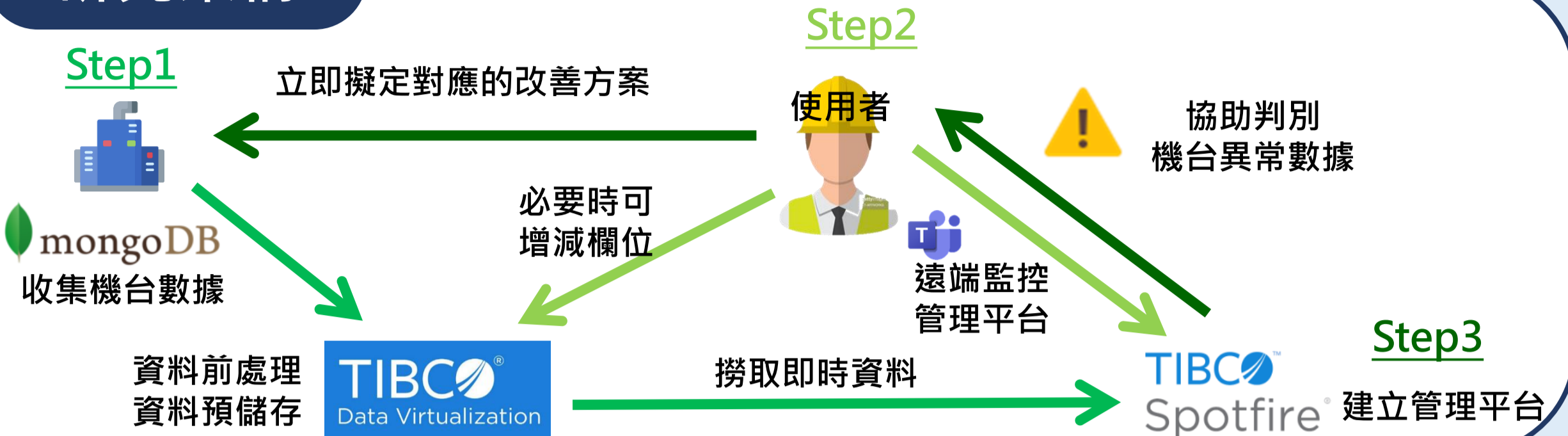
指導教授：梁韻嘉 教授

學生：羅泳霏、李沂璇

## 研究動機與目的

本研究發現目前個案公司主要使用WinCC軟體監控廠內的重要能源使用設備及溫室氣體排放資訊，此軟體無法於廠區外進行監控。當人員欲分析能源使用情況時，會利用可視化工具(TIBCO Spotfire)作資料分析，但資料視覺化程度仍有改進空間。因此，本研究協助該公司建立電力系統、冷凍機、冷卻水塔的智慧能耗與碳排管理平台，並遵循ISO50001能源管理系統標準，使員工能夠遠端監控設備運作狀況。

## 研究架構



## 研究方法

### 1 蒐集資料

<b>蒸氣</b>	總蒸氣量 蒸氣單耗	<b>天然氣</b>	天然氣耗量 總熱值 碳排放量
<b>電力</b>	用電度數 電單耗 電力碳排放量	<b>冷卻水塔</b>	進水溫度 出水溫度 室外濕球溫度
<b>產量</b>	產量 稼動率 室內濕球溫度	<b>冷凍機</b>	冷凝器進出水溫度 蒸發器進出水溫度 冷凍噸

### 2 資料前處理

● 能源績效指標公式  
 影響因素( $x_i$ ): 公司能源使用設備資料類型  
 能源績效指標( $y_i$ ): 目前尚未紀錄, 因此本研究需自行建立

1、冷凍機  

$$COP = \frac{\text{冷卻能力}(W)}{\text{冷卻消耗電功率}(W)} = \frac{\text{設備冷凍噸} \times 3.516kW}{\text{冷卻消耗電功率}(W)}$$

2、冷卻水塔  

$$\text{冷卻水塔效能} = \frac{(\text{進水溫度} - \text{出水溫度})}{(\text{進水溫度} - \text{濕球溫度})} \times 100$$

### 各類別資料筆數統計

類別	筆數	間隔	資料期間
產量電力系統	29	一個月一筆	2020/01 ~ 2022/05
冷凍機系統	994	每小時一筆	2022/09 ~ 2022/11
冷卻水塔系統	37,984	每小時一筆	2021/09 ~ 2022/05

### 3 建立能源基線

● 方法：多元線性迴歸法

### 4 模型評估指標

● 決定係數( $R^2$ )  

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

● 平均絕對百分比誤差(MAPE)  

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|e_t|}{A_t}}{n} \times 100$$

## 研究結果

使用對象：工程師

### 碳排管理

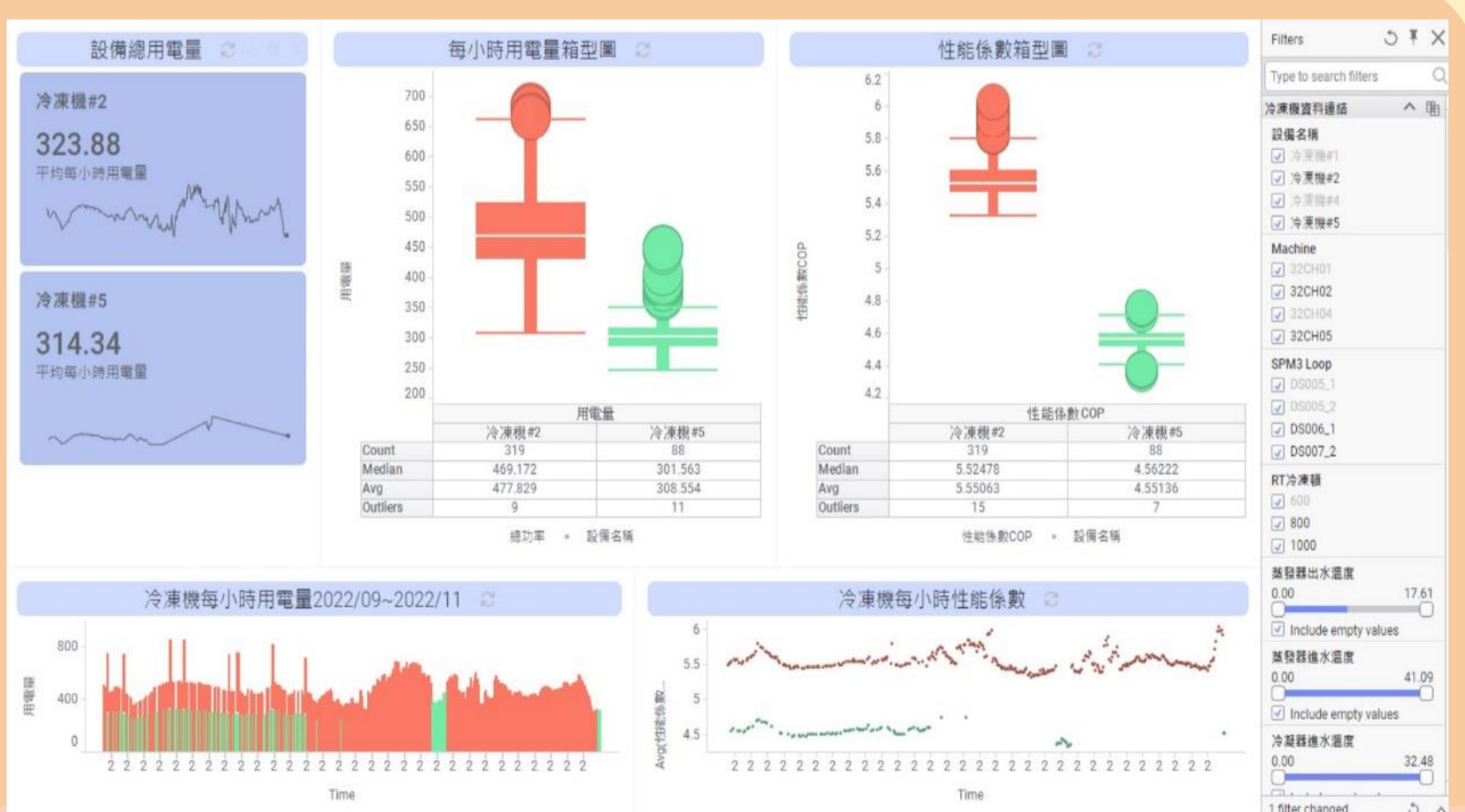


### 電力系統

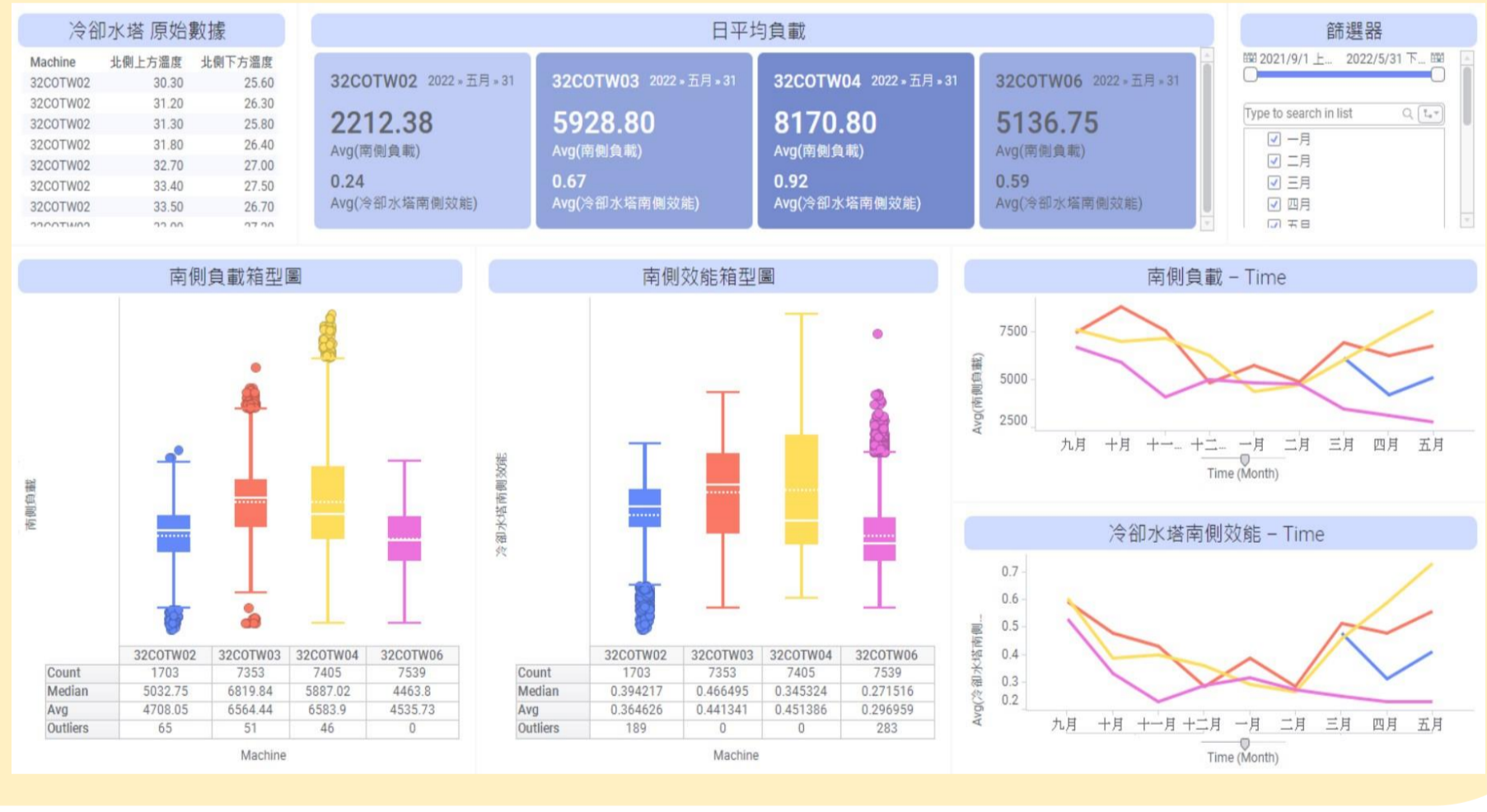


設備：冷凍機系統

### 冷凍機系統

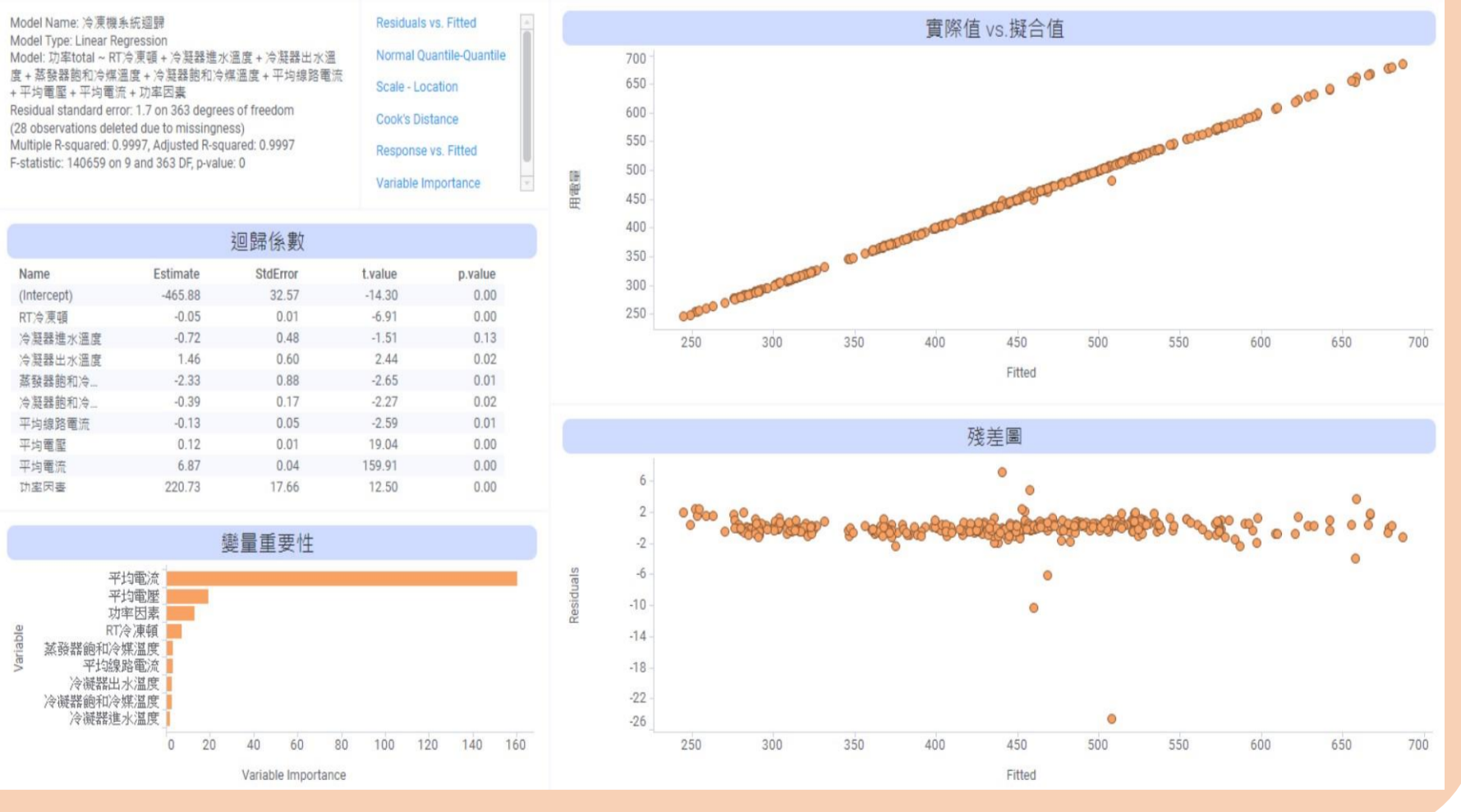


### 冷卻水塔系統



能源基線

### 能源基線



### 使用對象：主管



▲ 總表

▲ 遠端

## 結論

### 遠端監控介面

本研究開發碳排放管理系統、電力系統及能源使用設備三方面的可視化介面，使人員更有效率的監控系統，相較以往即時數據的呈現，本研究直接連結即時的數據在監控介面中做數據的分析，以圖表及KPI指標呈現即時的數據，讓人員能夠將即時數據與歷史資料作比較，協助判讀機台資訊。

### 能源基線

本研究以多元線性迴歸分析，開發冷凍機系統的能源基線迴歸模型，發現模型整體可達 $R^2=99.97\%$ 的效果， $p\text{-value}=0$ ，平均絕對百分比誤差(MAPE)達到0.1687%，表示預測結果的平均相對誤差僅有0.0016。

### 研究貢獻

此研究的貢獻為整合場內的碳排放、電力系統及能源使用設備資訊，並即時的透過圖表呈現於管理平台中，使工程師能夠在廠區外遠端監控設備及碳排放資訊，透過能源基線的建置，幫助工程師判讀重大能源使用設備的耗能與運作效率，在能源使用超標或機台出現狀況時，讓公司立即擬定對應的改善方法。