

## 本月專題

### 輔導案例資料視覺化加值開發與應用

工研院 綠能與環境研究所

#### 摘要

為協助用戶與分團隊進行節能減碳措施推動與執行，本報告透過蒐集之節能減碳輔導與用戶資料，進行加值分析與視覺化工具建構，以呈現分析結果提供參酌；內容包括介紹節能減碳服務團技術案例搜尋平台中，針對三種不同對象所建置之視覺化加值分析工具，另外也透過輔導資料精進分析工具建構與更新，分別進行決策輔導支援系統與措施推薦系統之系統介紹。

#### 一、節能減碳服務團技術案例視覺化加值分析

此項目主要針對服務團技術案例搜尋平台之視覺化工具開發進行說明，此工具依輔導團隊、一般企業、地方政府三種不同對象，分別進行視覺化工具設計，以達到各自對象需求，以下為工具細部介紹：

##### (一)輔導團隊

輔導團隊可分為服務能量與輔導案例兩部分進行呈現。服務能量之視覺化界面依輔導性質可分為臨場與非臨場輔導，臨場輔導又根據潛力盤點與確證查核分為減碳潛力與實質減量兩部份，而非臨場輔導則依形式分為研討會、專業訓練、網路資訊交流、廣告文宣、諮詢輔導五部份。

視覺化介面上部份先呈現兩種輔導形式至今之輔導貢獻量，而中間部份則呈現各分團隊之歷年臨場輔導減碳潛力與實質減量曲線，點選曲線部份，將會於圖示上方呈現該點細部資訊如分團、分隊、年份、減碳量等；而下方則為各分團隊之歷年非臨場輔導研討會、專業訓練、網路資訊交流、廣告文宣、諮詢輔導等場次人次曲線，點選曲線各別點亦會

於圖示上方呈現該點細部資訊，以此利於分團隊了解近年服務能量趨勢。各輔導團隊可透過此工具了解其過往至今之輔導成果，如臨場輔導趨勢與累積能量，以及非臨場輔導部份培訓擴散之情形，如圖 1 所示。

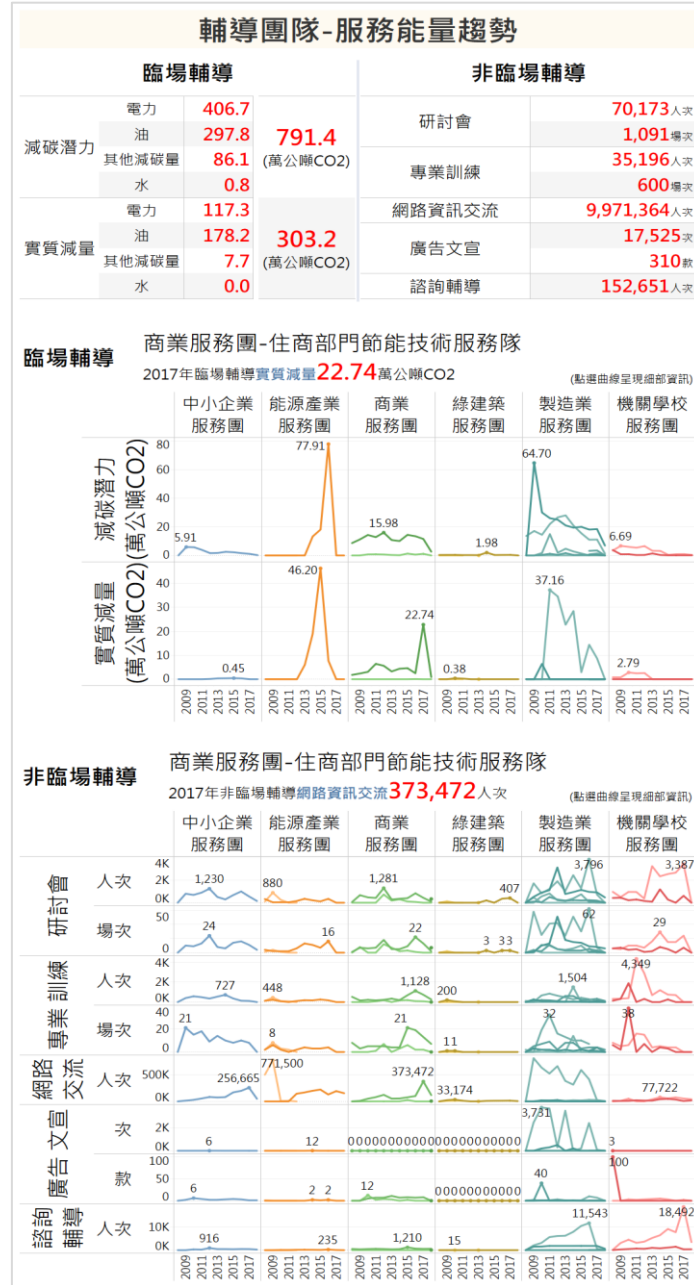


圖 1、輔導團隊服務能量頁面示意圖

輔導案例部份，為利於分團隊使用視覺化界面查詢其過往輔導案例分布，介面上方可供各團隊選取其所屬分團與分隊，接著中間部份為輔導地圖、平台案例與措施比例，往下則為透過輔導產業與輔導設備展開

之輔導情形分布，透過分團、分隊、地圖層層篩選，可得出欲觀測的案例分布，而「案例/設備」按鈕則提供進行圖形數值進行案例數與設備數兩選擇變換，最後再選取欲觀測之產業與設備內容，則可得出相對應之輔導案例細部資訊，包含投資成本、回收年限、減碳量、問題診斷與改善方式等，而點選案例數值即會開啟瀏覽視窗進入平台案例。各輔導團隊可透過此頁面工具進行過往臨場輔導案例之分布情形，以讓其了解其過往之輔導技術趨勢，以及後續可加強輔導之行業與地區，如圖 2 所示。

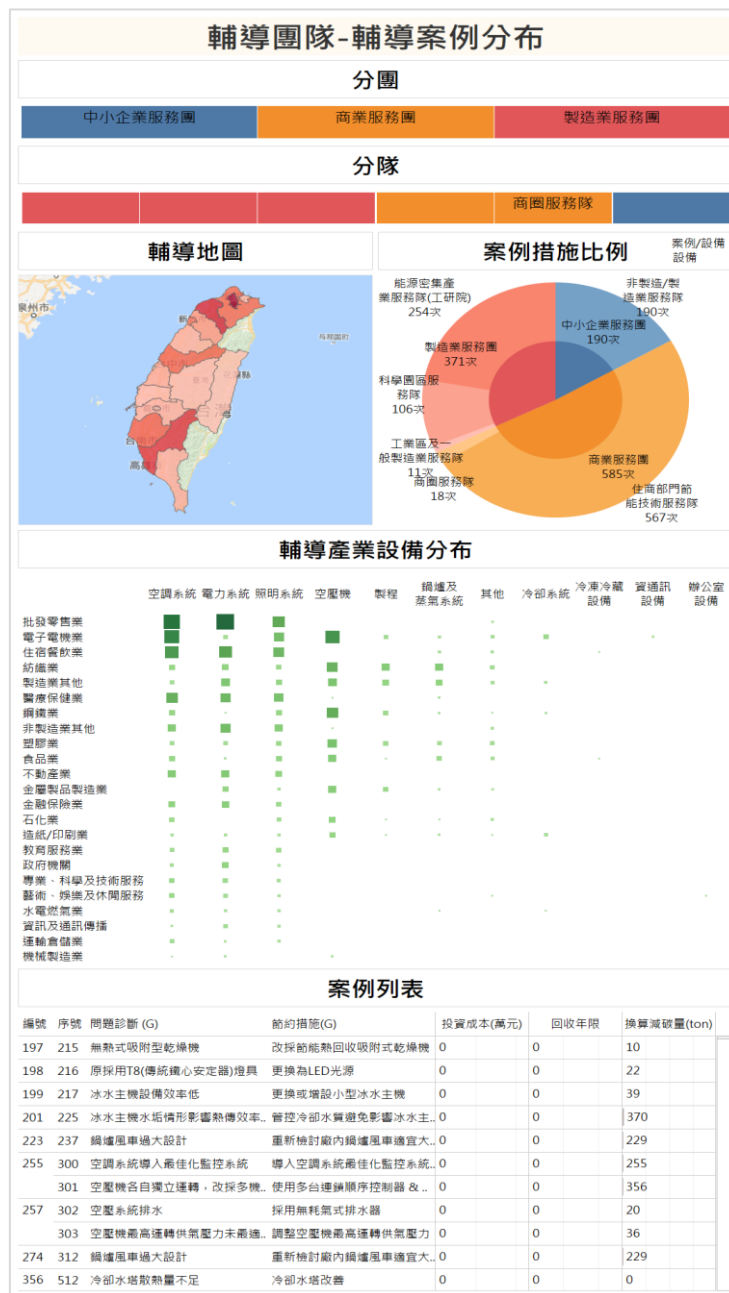


圖 2、輔導團隊輔導案例頁面示意圖

## (二)一般用戶

一般用戶部份主要欲提供過往輔導之相關案例，作為節能減碳投資之決策依據。考量企業主要關注其產業之相關資訊，故版面設計最上層以製造業與非製造業兩部分供選擇，並依各產業以圖塊化方式呈現，有效提供企業找尋所屬產業，接著主要為輔導設備、問題診斷與輔導措施排行榜呈現，此部分主要欲讓使用者了解其產業之輔導案例中，以何種設備為主、遭遇哪些節能減碳問題以及透過採行何種措施進行解決，以利使用者進行趨勢了解。另外，使用者亦可透過其欲觀測之排行榜內容(可篩選排名)進行相關案例檢視，並透過數據之點擊前往該案例網址進行案例更細部資料呈現，如投資成本、回收年限、減碳量、問題診斷與改善方式等，圖 3 即為一般用戶視覺化界面內容。

## (三)地方政府

最後為地方政府視覺化界面，此部分主要期望地方政府欲進行節能減碳輔導或政策推動時，可根據此界面工具之輔導案例資訊，以進行現場節能輔導或輔導策略潛力評估計算參考。

地方政府視覺化版面如圖 4 所示，主要分為五大塊，第一大塊為左上方之輔導地圖，以觀察各縣市過往受中央團隊輔導具案例之數量趨勢；第二部份為輔導案例產業分布，主要分為製造業/非製造業部門，進而依產業別向下細分，以呈現各產業輔導之案例或設備數量，並可以右上角之篩選器進行案例與設備之選擇；第三部份則為各設備所採行措施之回收年限分布，其中橘色部份為輔導次數達三次以上之措施，可視為較常採用之技術，藍色部份則為輔導次數未達三次之措施；接著第四部份為輔導團隊清單，可依所篩選之內容呈現過去曾進行輔導團隊之名單；最後第五部份為輔導案例之呈現。

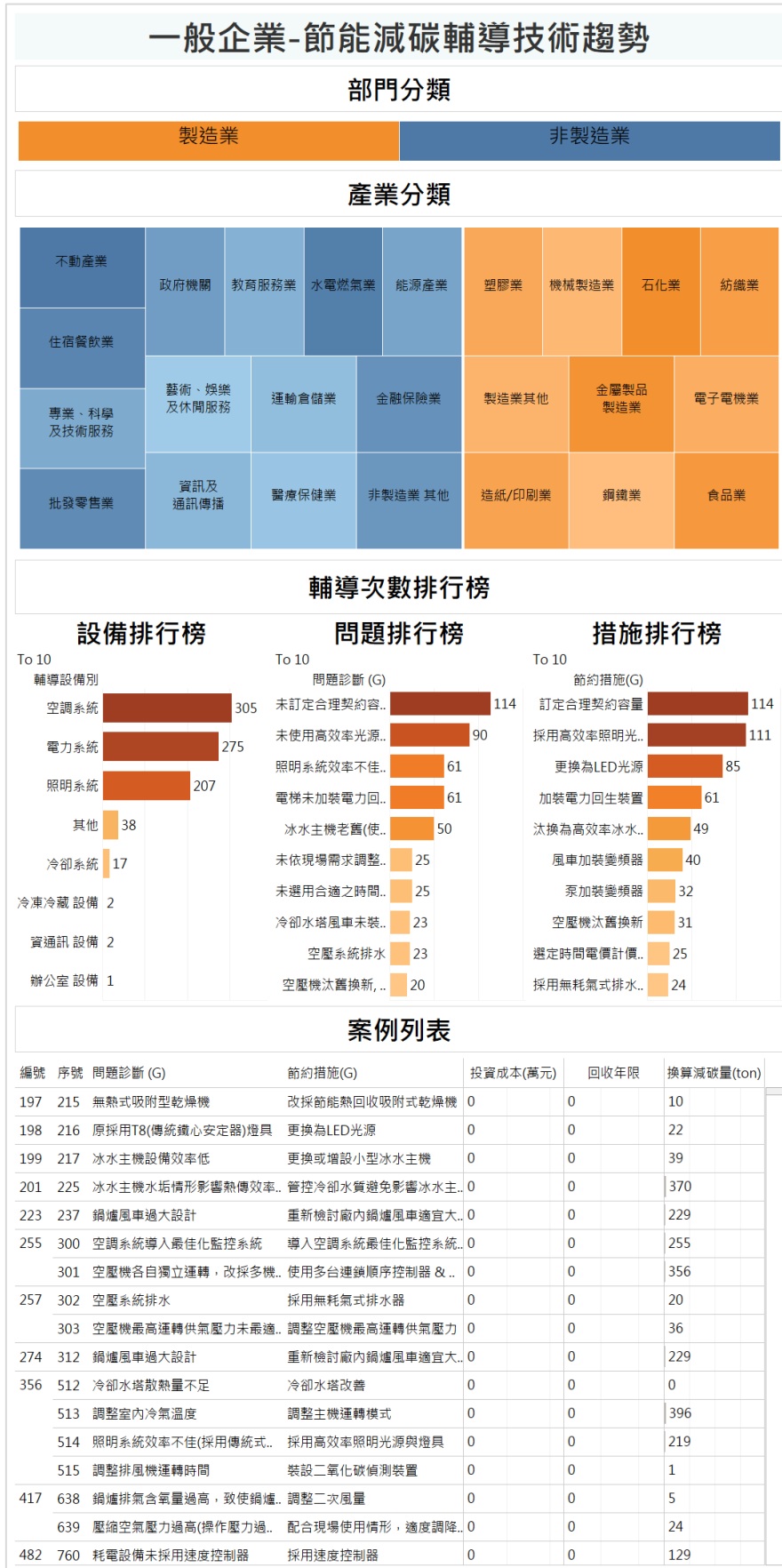


圖 3、一般用戶輔導案例頁面示意圖

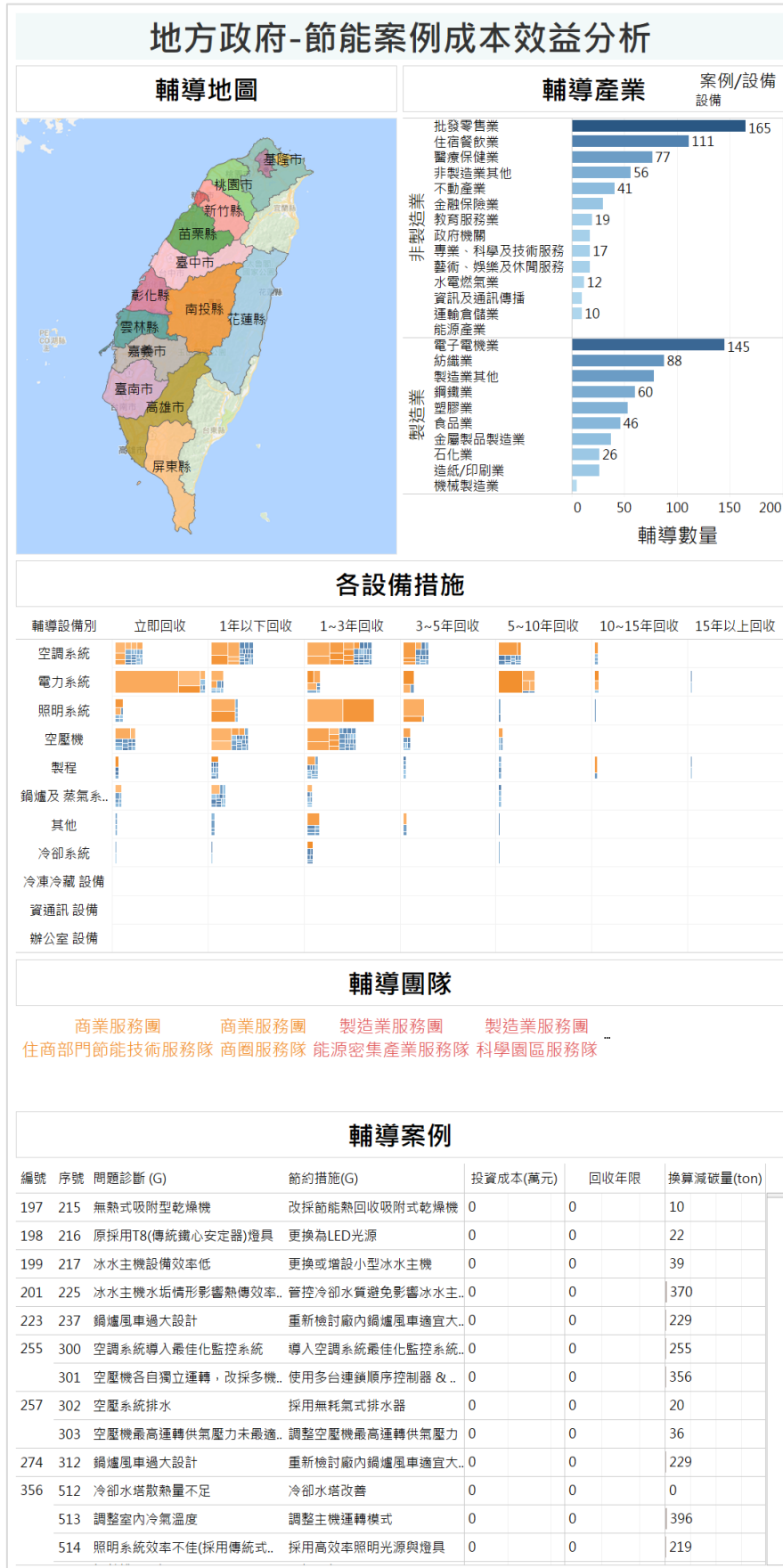


圖 4、地方政府輔導案例頁面示意圖

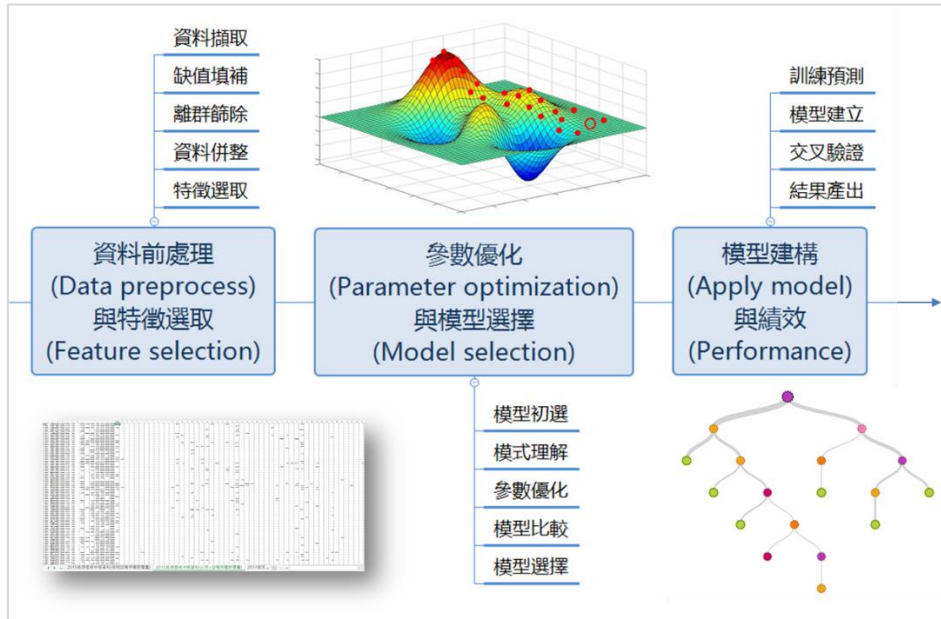
## 二、節能減碳服務團決策輔導與措施推薦工具

此部份主要透過輔導案例資料及各分團隊所持有輔導資料進行輔導工具開發，本研究過去已初步與製造業服務團能源密集產業服務隊(工研院團隊)進行合作研析，蒐集經遮蔽之生產性質能源查核申報資料，透過申報資料初步建構節能輔導決策支援系統與節能減碳措施推薦系統，其中，輔導決策支援系統目的為協助分團隊從眾用戶中選取具較高節能機會之用戶進行輔導，期達成輔導資源最適分配與輔導用戶選取方法建構之目標；而措施推薦系統目的為協助輔導團隊進行措施推薦使用或受輔導用戶措施採行決策規劃使用。以下為兩工具系統之分析介紹：

### (一) 節能輔導決策支援系統

決策支援系統為一種電腦協助決策者通過數據、模型和知識進行決策的資訊系統，輔助決策者規劃與執行各種行動方案。此系統初步將協助能源密集工業輔導團隊進行潛力輔導對象識別，透過用戶通過節電 1% 與否進行分類與特徵識別，並針對具通過節電 1% 特徵，但未通過節電 1% 之用戶進行統整，視為潛力輔導對象推薦予輔導團隊。

於過去初步規劃之輔導決策支援系統，已建構其系統架構，包括從資料擷取、資料處理整併及資料特徵篩選，接著至模型初選、參數優化、模型比較及選擇，最後至模型訓練、模型建立、交叉驗證以至預測結果產出等，其整體系統架構如圖 5 所示。



資料來源：本團隊分析

圖 5、節能輔導決策支援系統建構規劃

於系統架構確立後，開始進行逐步資料更新，能源查核申報資料定期於每年年初起始進行前一年資料申報，輔導團隊將於申報過程進行各資料審查，2017 年之申報資料因目前仍審查當中，故針對 2016 年資料進行更新，以下為更新內容：

### 1. 資料處理

2016 年生產性質能源查核申報廠商共 3,384 家，根據過往模型建構經驗，將選取縣市、行業、總用電量、各設備用電量、各設備節電量、各措施節電量、各公用設備台數等共 192 個欄位資料進行彙整。首先進行能源產業、焚化廠等用戶去除後，剩餘 3,326 家用戶，接著再針對用戶各設備能源使用資料進行品質檢核，將缺值或不合理值進行篩除後剩餘 3,126 家用戶，再將設備節電量資料進行品質檢核篩除後剩餘 2,694 家用戶，再將公用設備資料進行品質檢核後篩選剩餘 2,691 家用戶，最後將使用 2,691 家用戶與 192 個特徵欄位規模資料進行模型建構，圖 6 即為資料內容示意。



用電設備								設備用電量 共9行欄位		設備節電量 共61行欄位	
其他	冷凍冷藏	汙水處理	照明	空壓機	空調	製程動力	集塵設備				
59.35%	29.05%	58.04%	95.09%	88.88%	88.64%	95.79%	41.08%				
節電設備								措施節電量 共41行欄位		公用設備數量 共81行欄位	
冷凍冷藏 冷凍設備	冷凍冷藏 冷藏設備	冷凍冷藏 其他設備	汽電共生系統 引風機	汽電共生系統 其他附屬設備	汽電共生系統 抽水機	汽電共生系統 送風機	汽電共生系統 渦輪機	汽電共生系統 發電機	汽電共生系統 發電鍋爐	其他 汙水排水設備	其他 其他設備
0.79%	0.36%	0.36%	0.12%	0.18%	0.12%	0.21%	0.03%	0.06%	0.09%	0.94%	4.18%
其他 給水設備	其他 電梯	空調設備 冰水主機	空調設備 冰水塔	空調設備 冷卻水塔	空調設備 其他設備	空調設備 空調箱	空調設備 區域水泵	空調設備 儲冰系統	空調設備 冷卻水塔	空壓設備 其他設備	空壓設備 空壓機
1.67%	0.42%	10.30%	2.36%	5.15%	4.45%	7.63%	1.61%	0.27%	1.27%	2.00%	16.21%
空壓設備 空壓機管路	空壓設備 乾燥機	空壓設備 進氣風管	空壓設備 過濾器	空壓設備 廢熱利用設備	馬達設備 冰水主機馬達	馬達設備 其他設備	馬達設備 抽水機	馬達設備 空壓機馬達	馬達設備 送排風馬達	馬達設備 傳送馬達	馬達設備 製程設備馬達
1.48%	2.30%	0.39%	0.12%	0.18%	0.61%	1.36%	2.79%	0.61%	3.51%	3.79%	5.15%
照明設備 LED燈	照明設備 水銀燈	照明設備 自動點滅設備	照明設備 其他設備	照明設備 高壓鈉燈	照明設備 複金屬燈	照明設備 螢光燈	電力系統 供電設備	電力系統 其他設備	電力系統 電容器	電力系統 變壓器	蒸汽系統 其他附屬設備
18.33%	4.15%	1.12%	5.63%	0.58%	1.36%	4.76%	2.12%	1.88%	0.85%	1.42%	0.12%
蒸汽系統 蒸汽管路	蒸汽系統 閥	製程設備 公用發電廠製程 造設備	製程設備 各行業製程設備	鍋爐設備 水管式鍋爐	鍋爐設備 其他型式鍋爐	鍋爐設備 費流式鍋爐	鍋爐設備 煙管式鍋爐	鍋爐設備 電熱鍋爐	鍋爐設備 廢熱鍋爐	鍋爐設備 熱水鍋爐	鍋爐設備 熱煤式鍋爐
0.18%	0.03%	0.15%	39.99%	0.27%	0.33%	0.24%	0.21%	0.39%	0.09%	0.12%	0.39%
公用設備								措施節電量 共41行欄位		公用設備數量 共81行欄位	
無分類	天車	水處理設備	加熱器	加熱爐	加濕器	冰水主機	冰水系統				
6.82%	3.39%	0.21%	1.64%	0.06%	0.70%	43.93%	0.09%				
冷卻水	冷卻水塔	冷凍設備	冷凍機	冷氣設備	冷氣機	汽電共生系統	汽電鍋爐				
2.00%	17.36%	1.73%	7.91%	4.30%	0.70%	0.06%	0.03%				
空壓機	空氣清洗設備	空氣筒	空氣過濾設備	空調	空調設備	空調箱	空壓機	待歸類	洗滌塔	洗滌塔	泵
0.03%	0.09%	0.03%	0.03%	88.64%	0.12%	9.69%	88.88%	1.94%	0.24%	3.51%	20.99%
風車	風扇	風機	烘乾設備	真空泵	真空機	純水設備	除濕機	馬達	乾機	乾機其他	乾燥機
1.45%	3.82%	8.09%	0.45%	0.03%	0.12%	0.15%	0.79%	6.88%	0.09%	0.30%	8.21%
乾高機	堆高機	清淨系統	脫水機	插座	發電機	扇型(分離式)空調	連液爐	集塵設備	飲水機	照明	電梯
0.18%	0.85%	1.30%	0.03%	0.21%	3.33%	4.70%	0.76%	41.08%	1.27%	95.09%	4.85%
電熱器	電熱鍋爐	蒸汽鍋爐	蒸餾塔	製冰機	製程設備	增壓機	廢水處理設備	廢氣處理系統	廢氣處理設備	廢氣處理設備	廢氣處理設備
0.67%	0.15%	19.12%	0.15%	0.30%	5.45%	0.12%	0.51%	0.09%	0.03%	0.06%	0.24%
熱交換器	熱回收	熱油鍋爐	熱泵	熱煤鍋爐	箱型冷氣	凍結爐	篩選設備	壓機	鍋爐	攪拌機	變壓器
0.58%	0.36%	0.03%	0.03%	6.76%	0.03%	0.09%	0.06%	2.67%	4.79%	0.85%	0.82%

圖 6、節能輔導決策支援系統建構規劃

## 2.特徵選取

為進行模型建構需進行特徵欄位篩選，此部分將透過決策樹模型中 ID3 演算法，熵(Entropy)的概念計算「資訊獲利」(Information Gain)，利用資訊獲利來篩選對於廠商節電 1%與否具有較高關聯性之特徵欄位，最後經測試選取資訊獲利 0.01 作為篩選準則，而經篩選，最後僅剩餘 7 個作為具相關性之特徵欄位，分別為行業別、冰水主機節電量、能源監控節電量、汰舊換新節電量、變速或變頻控制節電量、設備改善節電量與各行業製程設備節電量，而資訊獲利對照表如表 1。

表 1、主要特徵欄位資訊獲利

特徵欄位	資訊獲利
節電量_變速或變頻控制	0.010
節電量_能源監控	0.010
節電量_空調設備_冰水主機	0.012
節電量_汰舊換新	0.013
節電量_設備改善	0.014
節電量_製程設備_各行業製程設備	0.028
基本資料-行業別	0.036

### 3.模型建構

此部分依據過去模型比較經驗，取決策樹作為模型之建構依據，而經過參數優化後，參數設定為 ID3 演算法、最小資訊獲利 0.01、最大層數 20、最小樹葉樹量 10、最大樹葉數量 50，最終預測結果為 75%，圖 7 即為模型結果之績效呈現、圖 8 即為決策樹結果。

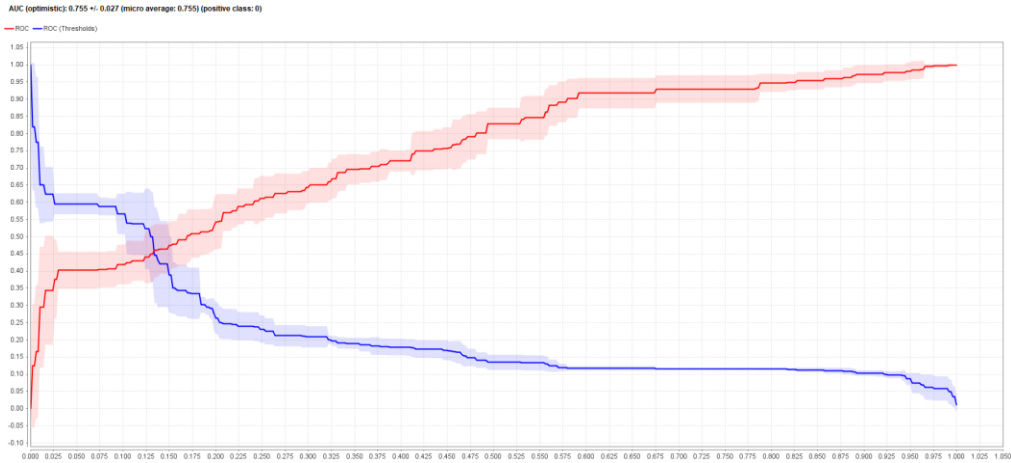


圖 7、ROC 曲線績效呈現

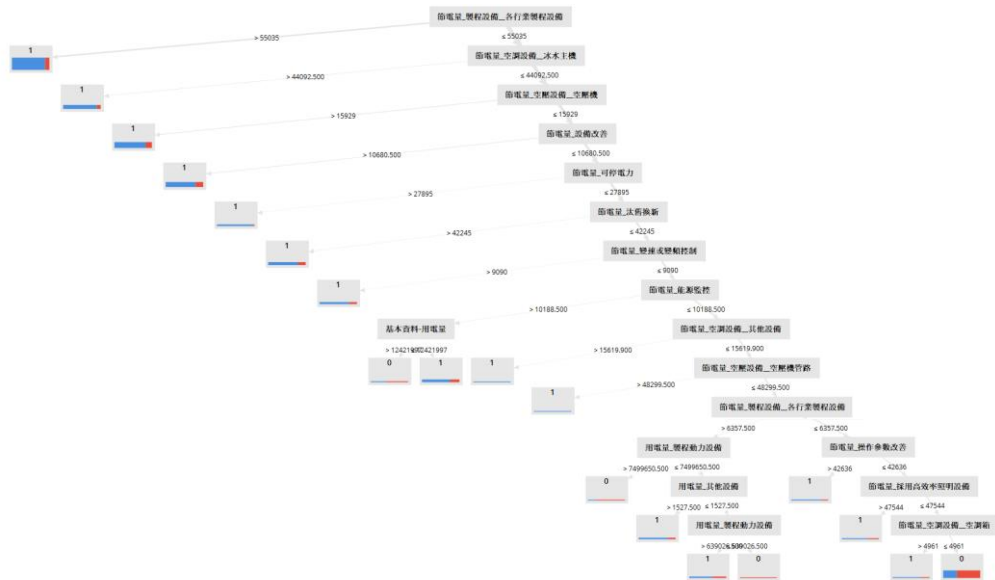


圖 8、決策樹結果

以上為決策輔導支援系統今年資料更新之模型結果，使用者可透過此工具產出高節能潛力用戶群，輔導團隊可針對此用戶群進行節能輔導對象首要篩選，以提供輔導資源分配之依據。

## (二) 節能減碳措施推薦系統

推薦系統為一種藉由屬性資料、歷史紀錄等資訊，讓電腦透過演算法為用戶推薦可能需求的系統，本研究期透過無監督式學習演算法建構的推薦系統，以推薦用戶可採行之措施。推薦系統主要先將用戶進行行業別的分類，之後再以 k-means 演算法將用戶進行分群，接著統整各分群之節能減碳措施，最後將各分群之所有措施推薦予各用戶。而從前述決策支援系統的結果得出 388 個潛力用戶如圖 9，本研究擬針對這些用戶進行節能措施推薦之研析。

首先針對所有用戶之各設備用電占比分布進行 k-means 分群，而分群結果分別為如圖 10，接著以此為基礎，本團隊初步建構了一個節電措施推薦頁面供輔導團隊與用戶進行使用，使用者可透過 388 個用戶 ID 的輸入取得所屬分群後，了解其同群組之推薦措施內容，以達到措施參考的成效。

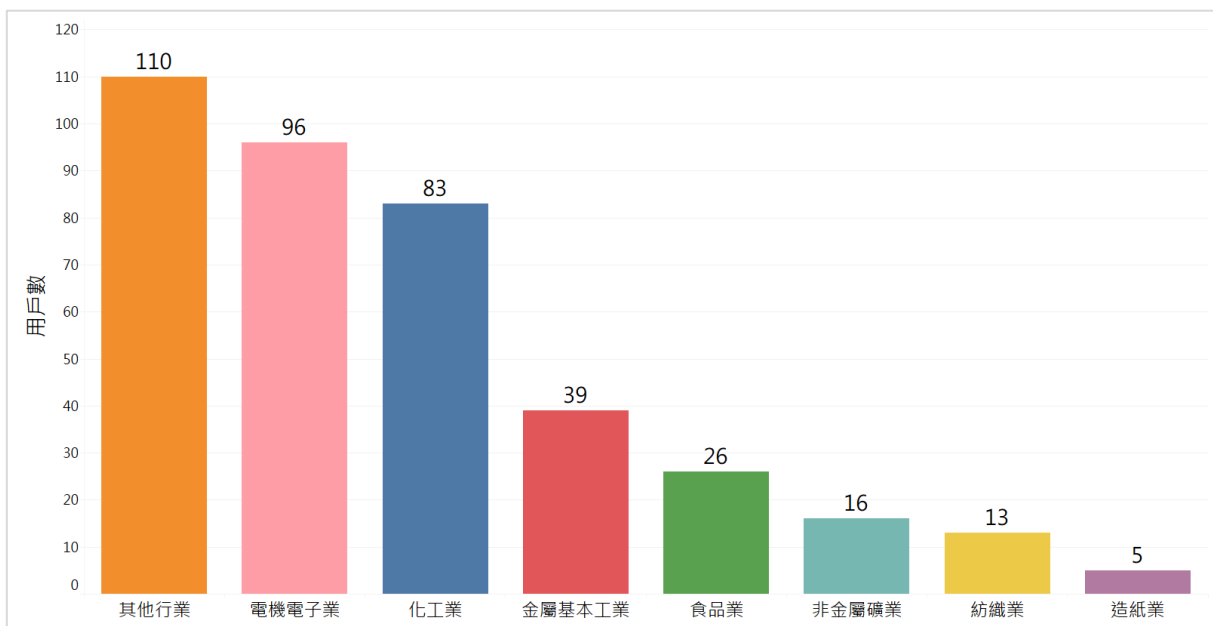


圖 9、潛力用戶分布

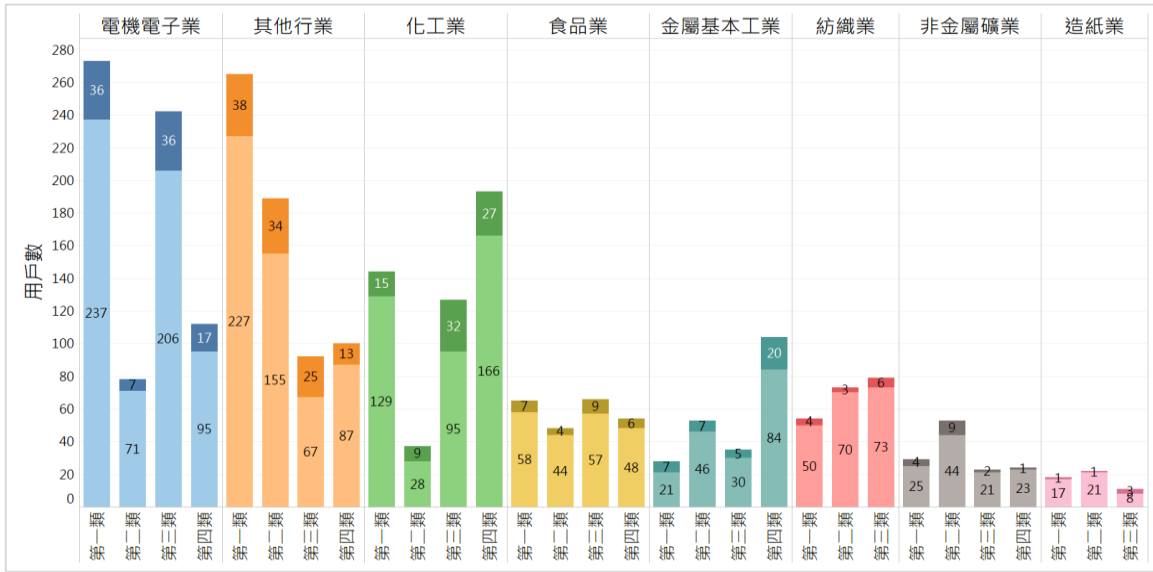


圖 10、用戶分群分布

節電措施推薦頁面如圖 11，操作步驟如下，首先使用者可以透過 USERID 的輸入後，於右方呈現該用戶之所屬群體與節電率資訊，接著透過行業類別之選擇，於左下表行業類別與分群之分布進行顯示，最後框選顯示內容後，便可於右方呈現該用戶與同群體用戶之採用措施內容，接著便可以此進行該用戶與其同群體用戶之採用措施比較，進而找出可採行之措施，最後再進行措施框選後，於下方呈現該措施在同群體用戶中之措施個數與回收年限，以提供資訊進行參酌。

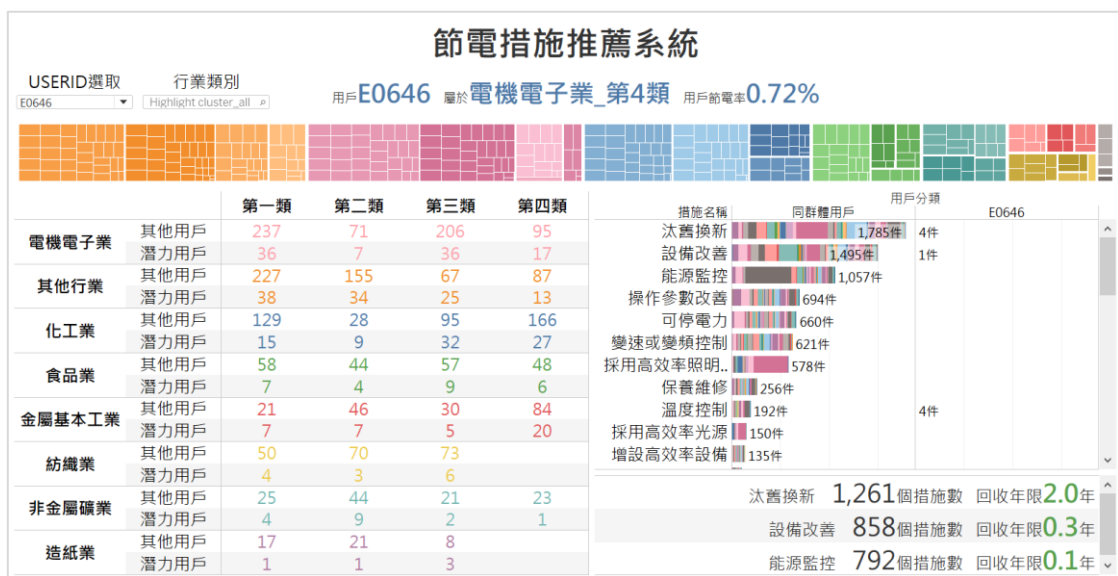


圖 11、節電措施推薦系統頁面

### 三、結論

節能減碳技術案例視覺化工具建構，主要提供針對不同對象之分析介面，分別為輔導團隊、一般企業與地方政府進行視覺化介面設計，其中分團隊主要呈現分為服務能量和輔導案例兩部份，服務能量呈現各分團隊過往臨場輔導或非臨場課程資訊擴散等情形，使分團隊掌握趨勢及現況，而輔導案例部份主要呈現其在各縣市、技術之輔導分布，以利其了解可加強輔導之處；再來為一般企業方面，透過行業與排行榜來讓使用者搜尋其想要關注的案例，而排行榜包括輔導設備、遭遇問題、輔導措施三部份，可透過排行榜的呈現來了解主要輔導趨勢；最後為地方政府部份，縣市可透過此頁面了解轄內主要受輔導行業，以及設備和措施的分布和輔導團隊，並可針對各措施之成本效益狀況，以利後續輔導資源分配。

節能減碳輔導決策支援系統針對生產性質能源大用戶進行節電 1% 與否分類，選取縣市、行業、用電量、公用設備、節電設備、節電措施等進行統整，並選取重要欄位後進行模型建構，最後針對分類結果進行較高潛力用戶識別，以此選取較高節能潛力用戶，供輔導團隊作為輔導對象選取參考。

節能減碳措施推薦系統依行業別、各設備用電量進行資料蒐整，採用 k-means 演算法進行用戶分群，而分群完畢後建構視覺化介面，用以供使用者進行推薦系統操作。目前視覺化介面以決策支援系統所選出的 388 個潛力用戶進行工具建構之推薦對象，此 388 個用戶可透過分群群體的識別，來呈現該用戶與該群體之採行措施，以產出系統所推薦之節能減碳措施，可供輔導團隊研提節能措施之參考，或增加潛力用戶自主節能之可能性。