

創新變革精進獎勵項目



疫情超前部署利器－每日確診學生、教職員人數預測

國內新冠肺炎疫情於 Omicron 變異株傳染初期，校園師生確診人數遽增，爰建立預測確診人數機制，作為學校課程、活動先期規劃及防疫物資分配之重要參考。

教育部統計處（郭專員溫慈、鄭科員冠宏、金專業助理允文、程專業助理冠瑜、張工程師瀟文、李工程師家鑫）

壹、前言

COVID-19 疫情爆發迄今已逾 3 年，期間歷經 110 年中之三級警戒時期，以及 111 年中 Omicron 變異株肆虐兩波高峰，後者雖多屬輕症，惟單日確診人數呈幾何級數遽增，疫情延燒至全臺各級學校（圖 1），教育部（以下簡稱本部）雖與中央流行疫情指揮中心協商修訂相關規定，以規範校園是否實施實體授課等事宜，惟仍缺乏確診人數先期掌握之機

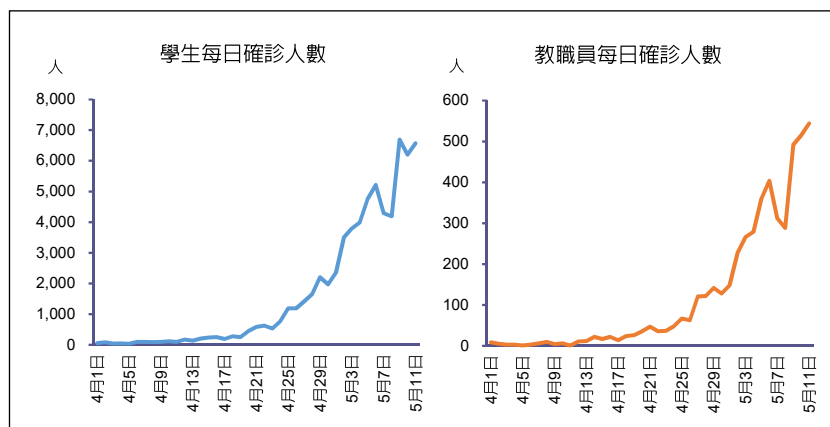
制，以為各項預防性作業之重要準據，各項學校課程實施、學生應試、活動安排及防疫物資分配發放等事宜，均處窒礙

難行窘境。

貳、具體因應策略

教育部統計處（以下簡稱

圖 1 111/4/1 至 111/5/11 學生及教職員每日確診人數



資料來源：教育部統計處。

本處)於111年5至6月疫情嚴峻期間組成確診人數預測工作小組，於每日(含例假日)下午3時取得本部校園安全暨災害防救通報處理中心(以下簡稱校安中心)釋出之近1日學生及教職員確診人數資料，利用統計建模技術進行預測，並於2個小時內完成各教育階段確診師生人數預測結果，以及疫情相關自動化即時統計指標後，以通訊軟體密陳部長(圖2)，以供為學校課程、活動先期規劃及防疫物資分配準據，以下分述如次：

一、未來7日確診數預測

由於校園疫情變化快速，為提升預測作業精準度，除每日觀察資料走勢外，亦應針對中央防疫政策變化、連假效應、學生應試等事件造成之資料結構性改變，利用多項式迴歸 (polynomial regression)、多元迴歸 (multiple regression)、分段迴歸 (segmented regression) 及 ARIMA 等統計方法建置不同模型以為因應；此外，尚須依據各模型趨勢比較圖、模型配適度指標、預測結果合理性及交

叉驗證結果 (cross-validation)，建立「資料、模型同步滾動 (roll planning) 修正」機制，並以「移動窗格 (walk forward) 最佳化」方法決定各級學校學生及教職員之最適預測模型。Omicron 變異株流行期間，模型演進歷程如次：

(一) 5/11 ~ 5/12

觀察4月中旬至5月上旬之確診數，呈指數成長且有週期性變化，爰採確診人數取對數並納入星期啞變數 (dummy variable) 之多項式迴歸模型：

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 W + \varepsilon_t$$

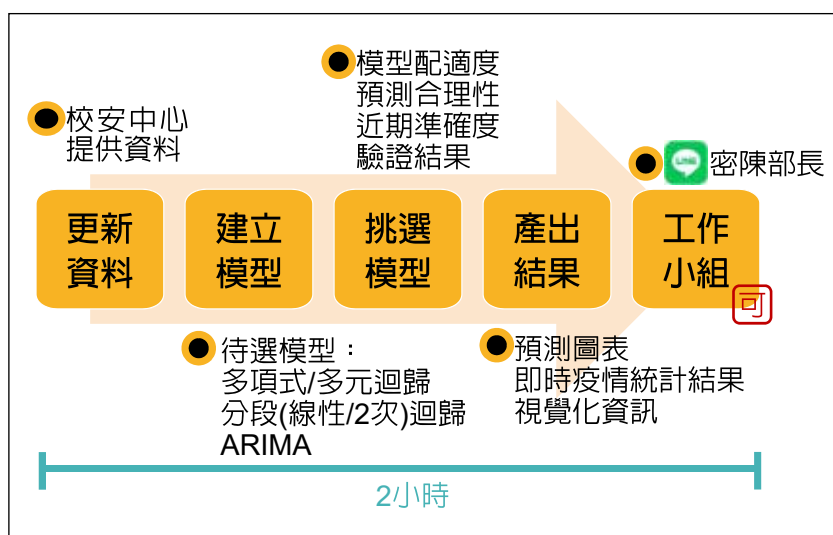
(Y: 確診人數、t: 時間、W: 星期啞變數，下同)

(二) 5/13 ~ 5/24

因確診人數增幅已漸趨緩，為避免高估，爰改採近7日移動平均確診數(以下簡稱移動平均數)以降低週期性影響，並移除星期啞變數後，建立多項式迴歸模型：

$$\bar{Y} = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \varepsilon_t \quad (\bar{Y}: \text{近7日移動平均確診數, 下同})$$

圖2 每日預測作業流程



資料來源：教育部統計處。

創新變革精進獎勵項目

(三) 5/25 ~ 6/18

移動平均數開始出現轉折且呈初期線性下降，爰每日根據模型挑選準則，自以下之分段線性迴歸模型及確診人數取對數之多元線性迴歸模型選取最適模型：

1. 分段線性迴歸模型：

$$\bar{Y} = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 (t - \varphi)_+ + \varepsilon_t$$

$$(t - \varphi)_+ = \max(t - \varphi, 0)$$

(φ ：分段點，下同)

2. 多元線性迴歸模型：

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 W + \varepsilon_t$$

●端午連假效應調整：為反映端午連假造成移動平均數先升後降之效應，且避免高估確診人數，爰於 6/9 ~ 6/10 改採分段多項式迴歸模型：

$$\bar{Y} = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 (t - \varphi)_+ + \varepsilon_t$$

$$(t - \varphi)_+ = \max(t - \varphi, 0)$$

(四) 6/19 ~ 6/29

考量移動平均數降幅趨緩，如仍以分段線性迴歸模型或確診人數取對數之多元線性迴歸模型預測，確診人數將會低估，爰改採 ARIMA 模型：

$$\bar{Y}_t - \bar{Y}_{t-1} = \beta_1 (\bar{Y}_{t-1} - \bar{Y}_{t-2}) + \beta_2 (\bar{Y}_{t-1} - \bar{Y}_{t-3}) + \dots + \beta_p (\bar{Y}_{t-1} - \bar{Y}_{t-p-1}) + \varepsilon_t + \beta_{p+1} \varepsilon_{t-1} + \beta_{p+2} \varepsilon_{t-2} + \dots + \beta_{p+q} \varepsilon_{t-q}$$

二、自動化即時疫情統計

為深入解析全國各級學校

圖 3 即時疫情統計指標



說明：1. 累積確診人數自 111 年 1/1 起累積，4/16 以前包含境外確診人數，4/17 以後為本土確診學生人數。

2. 因校別資料無法區分其附設學校之確診人數，爰僅針對專設學校進行排序。

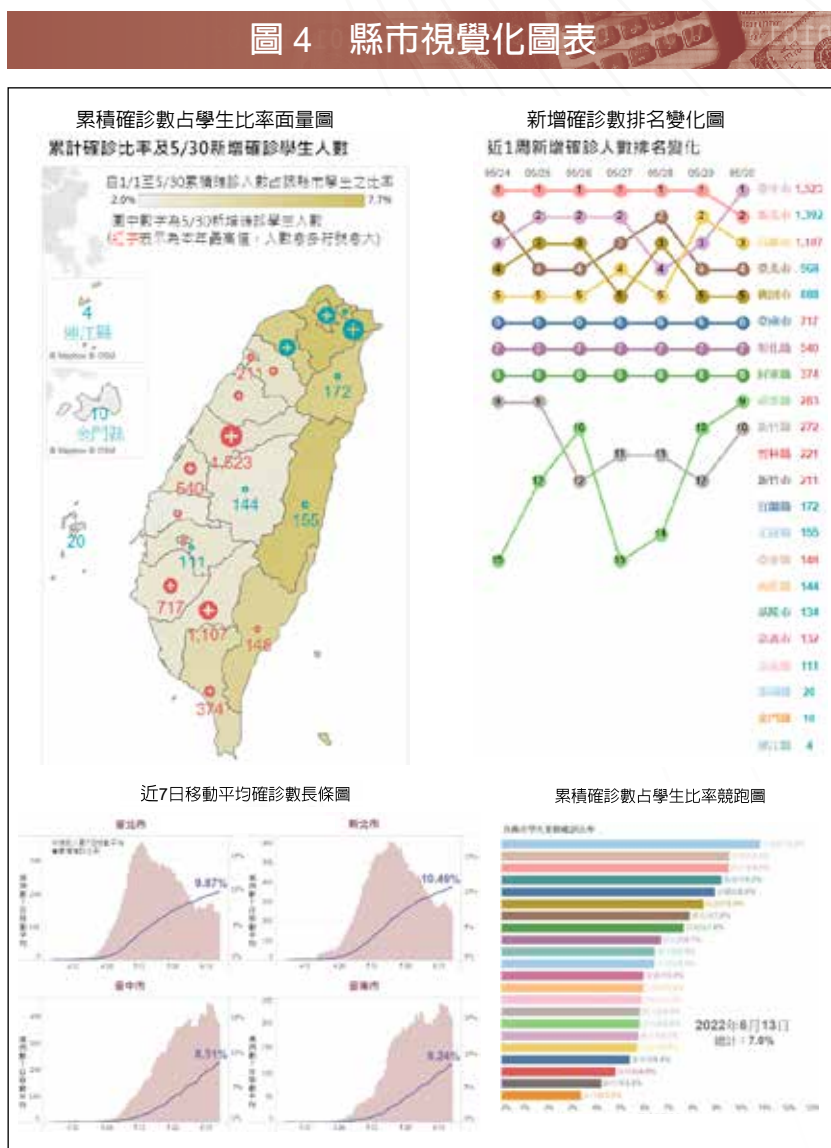
資料來源：教育部統計處。

學生確診人數分布狀況，供本部調整校園各項防疫措施及政策參考，爰考量疫情區域移動性及學生群聚特性，運用 VBA 巨集技術，設計即時疫情統計產出工具，將每日匯入之各級學生確診人數資料，以「單鍵自動化」方式產製各教育階段之即時疫情統計，內容包括當日新增確診數、累積確診數、確診數占學生比率、近 1 週平均確診數、近 1 週新增確診數及近 1 週新增確診增幅 6 項關鍵指標（上頁圖 3）；並同時陳示縣市及各級學校確診人數之前 3 序位，以凸顯高度關注對象；另以視覺化介面呈現縣市確診人數排名變化圖、累計確診比率面量圖及競跑圖、近 7 日平均確診數長條圖，俾快速掌握各區疫情（圖 4）。

本處預測作業期間，翌日預測值之平均絕對百分比誤差（MAPE）僅 9.4%；曾連續 9 日誤差低於 5%（下頁圖 5），誤差人數低於百人者計 9 日，

最精準之預測誤差甚僅 7 人；並準確預測校園疫情高峰，具極佳的中短程預測能力，有效降低本部對疫情嚴重程度的不確定性風險，係本部實施各項

圖 4 縣市視覺化圖表



資料來源：教育部統計處。

參、策略效益

一、即時精準預測確診師生人數，發揮超前部署功能

創新變革精進獎勵項目



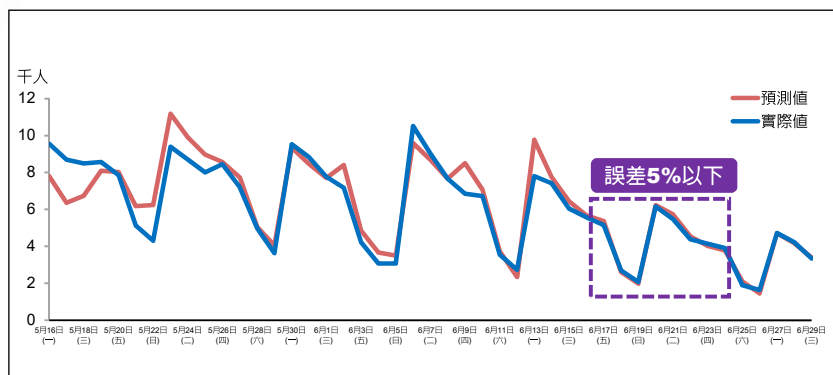
疫情因應措施之重要參據，充分發揮超前部署功能，作業期間屢獲部長嘉許。

二、即時掌握疫情實況，充分發揮疫情統計預(示)警功能

為迅速取得校園確診人數走勢、學校所在縣市及各級學校分析，即時掌握疫情實況，本處每日匯入近 1 日之確診數資料後，以單鍵自動化快速產製疫情統計指標，並提供視覺

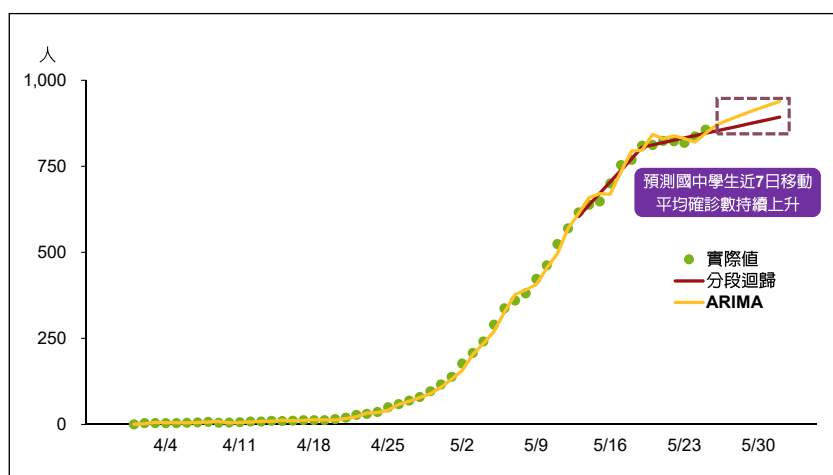
化疫情現況統計，即時掌握疫情升溫熱區及重災學校，充分發揮疫情統計預(示)警功能，進而提升本部因應措施啓動效率，有效維護師生健康及受教權益。

圖 5 預測翌日確診學生人數與實際值比較



資料來源：教育部統計處。

圖 6 國中學生近 7 日移動平均確診數



資料來源：教育部統計處。

三、快速解析資料並滾動更新預測模型，大幅提升人員專業素養

本預測作業期間每日僅於 2 小時內完成，除更新資料外，並融入移動窗格概念以決定建模資料起始值；另設計模組化建模語法，易於彈性調整及增刪模型，從中產製各教育階段之各類模型配適結果摘要及比較折線圖，快速判讀及挑選最適模型。由於本作業具備迅捷、專業之特質，大幅增進人員即時資料解析及建模、選模能力，人員技術提升著見成效。

肆、策略應用

一、作為調整授課方式實施標準之修訂準據

依據 5 月下旬預測結果，國中學生確診數於各級學生確診總數下降後仍逆勢上升（圖 6），爰據以修訂「校園因應「嚴重特殊傳染性肺炎」（COVID-19）疫情調整授課方式實施標準」，將確診學生鄰近（九宮格）同學停課之規定擴大為全班停課，有效抑制疫情擴散，避免校園內群聚感染風險。

二、作為重要考試應試規範實施準據

「分科測驗」為大學入學考試最終役，攸關學生權益，且依據 6 月下旬預測結果，高中每日確診數已低於 600 人且持續下降，爰依據預測結果，先期制定「分科測驗因應防疫措施」，首度實施輕症或無症狀確診、居家檢疫、居家隔離及自主防疫考生隔離應試，以維護考生之應考權。

三、作為防疫物資之分配準據

本部統籌整備學校快篩試劑等防疫物資，協助各級學校辦理防疫工作，惟確診學生人數遽增，防疫物資數量難以精準掌握，導致準備及分配作業延宕並發生溢（短）發情形；自確診預測機制實施以降，發放防疫物資作業效率及分配合理性大幅提升，對於疫情之減緩著具成效。

伍、結語

「技術本位」實係當前統計工作者亟須具備之特質與條件，亦係統計質量向上提升之重要動能，適值「大數據」概念勃興之時代，統計作業尤應援引先進技術，發掘真相及趨勢。本處於疫情嚴峻期間積極辦理確診師生人數預測作業，每日僅於 2 小時內執行更新資料、檢修模型、完成預測、即時陳報之一線化程序，本部得以完成各項超前部署任務，實係政府統計首創；而單鍵自動化產製疫情重要指標及視覺化疫情現況統計，充分發揮疫情

統計示警功能，亦屬技術領航之教育統計創舉；整體作業深具任務、技術及效率導向，本處得以扮演超前部署之指引者角色，非僅協助本部順利度過難關，亦顯著精進本處人員專業知能、團隊意識及工作質效。展望未來，本處仍將秉持統計專業及服務精神，支援本部各項教育重要決策，充分發揮「循證決策」功能，開啓教育統計新頁。❖