

應用統計分析報告

打造智慧校園-
探討桃園市國中小網路使用情形

桃園市政府主計處

中華民國 112 年 7 月

壹、前言

聯合國教科文組織（以下簡稱 UNESCO）於 2013 年發布以行動載具協助學習的政策建議，並於 2015 年公布「2030 年教育仁川宣言（Education 2030--Incheon Declaration）」，明確指出可透過數位、資訊科技，來幫助各國達到「確保包容和公平的優質教育」和「減少社會上、國際間的不平等」的教育目標。因應國際數位學習的潮流，學生透過行動載具、資訊技能等輔助學習成為眾多先進國家推動資訊教育的趨勢，美國國家工程院甚至將「先進個人化學習」列為未來 14 個巨大挑戰之一。以日本的 GIGA 計畫為例，即以一生一載具搭配建置高速網路環境、學習輔助等系統，提供學生公平均等的教育機會。

鑒於通暢的網路為學生進行數位學習的必要條件，我國自 105 年起逐年編列預算改善臺灣學術網路環境，陸續辦理 105 年「教育學術研究骨幹網路頻寬效能提升計畫」、106 至 109 年前瞻基礎建設「建置校園智慧網路計畫」及 111 至 114 年「推動中小學數位學習精進方案」等建設，逐步改善骨幹網路、縣市教育網路中心及中小學校網路設備及頻寬，支援各校推動數位學習政策，達成「網路取代馬路」和「公平的優質教育」等目標，以提升國家整體競爭力。

桃園市（下稱本市）目前已配合教育部「推動中小學數位學習精進方案」，全力推動全市中小學數位學習，並於 111 年配合教育部政策，依班級數級距，提升市立各國中小對外網路頻寬為 300Mbps 至 500Mbps。為在有限資源環境下，以科學化方法取得較佳資源配置，爰蒐集並整理各校網路使用情形，期協助桃園市政府教育局（下稱本府教育局）推動數位學習政策且增進預算使用效益。

本分析以敘述統計及資料視覺化呈現數據規律與分布熱區，接著運用統計檢定分析國中小及各時段網路使用差異，進一步運用集群分析探討學校規模與網路使用之關聯，以了解各校網路使用之集中趨勢，並依集群分析結果觀察各指標與網路使用情形之統計量分布。最後針

對結論提出網路流量調整方案等相關建議，供相關機關作為業務管理及施政規劃之參考。

貳、資料蒐集

本府教育局於 110 年上半年完成建置各市立國中小校園網路監測系統，每分鐘紀錄一次網路使用情形，每筆資料皆紀錄日期時間及該時刻之上傳流量、下載流量、每秒上傳頻寬使用量、每秒下載頻寬使用量等。就學校端使用需求，相較上傳，下載更為重要，下載教學影片、執行互動式操作等，皆與下載息息相關，爰本分析使用「每秒下載頻寬使用量」作分析標的。

茲因系統於 110 年甫上線，又近年受新冠肺炎影響，各校停課情形亦不同，為有較一致的基準，爰蒐集疫情已相較穩定之 111 年 9 月各校每分鐘網路資料，總計 242 所學校¹，其中 7 校²資料因網路設備調整等因素不納入統計，最後統計 235 所學校，包含國中 56 校，國小 179 校，共 600 多萬筆數據，資料整理的部分，為了解實際使用情形，汰除假日、非上班及上課時段資料，分析所有上課日 7 時至 18 時資料。

參、現況分析

一、本市學校網路採取集縮比 5:1 方案，對外下載頻寬³上限則依班級數級距分為 300 或 500Mbps；國中各時段平均頻寬使用量高於國小，國小平均頻寬使用量分布較國中集中

本市市立學校網路係採取集縮比 5:1 方案，即 5 間學校共用定額頻寬上限，而 111 學年本市各校對外下載頻寬上限則依班級數分兩級，學校班級數低於(含)12 班者，頻寬上限 300Mbps，

¹ 242 所學校計 58 所國中、184 所國小。

² 不納入統計之學校包含外社國小、光明國小、仁和國小、中正國小、大坡國小、北湖國小、建國國中及介壽國中。

³ 頻寬：指可以在固定時間內傳輸的資料量，1Mbps = 1000kbit/s。

13 班以上者為 500Mbps。以班級數低於 12 班的學校為例，每間學校可用下載頻寬為 0 至 300Mbps，且保證最低可使用頻寬 60Mbps。

統計所有上課日、上課時段，以學校為單位，計算各校 7-18 時各時段平均每秒下載頻寬使用量(下稱平均頻寬使用量)，彙整成散布圖與盒鬚圖(圖 1、2)，可發現國中各時段平均頻寬使用量皆高於國小，惟國小平均頻寬使用量分布較國中集中。

圖 1、本市市立國中小各時段平均頻寬使用量散布圖

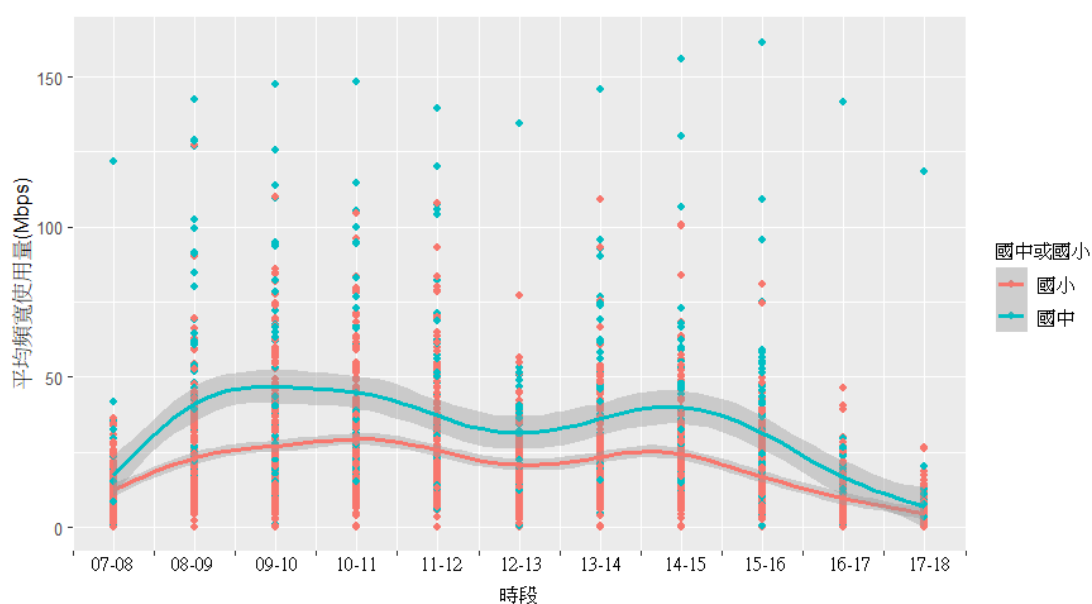
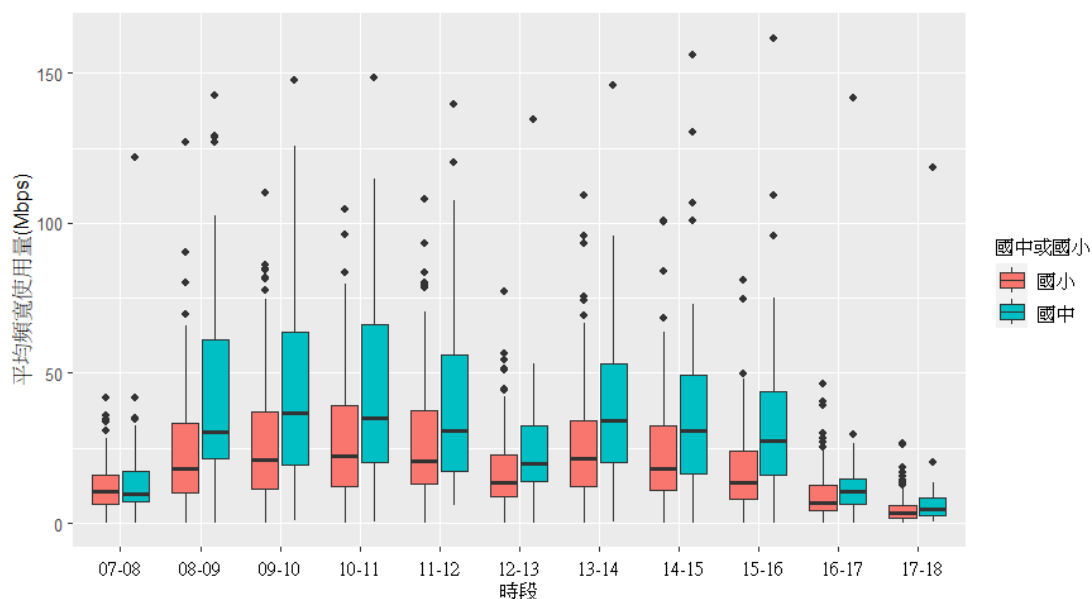


圖 2、本市市立國中小各時段平均頻寬使用量盒鬚圖



二、本市市立國中小 8-16 時平均頻寬使用量大於 60Mbps 校數，分別占國中 18.97%及國小 3.26%

從前述各校整體概況發現，7-8 時及 16-18 時平均頻寬使用量明顯低於其他時段，為避免低估各學校平均頻寬使用量，僅計算 8-16 時之之平均頻寬使用量以呈現學校實際網路使用情形（圖 3、4）。經計算本市市立國中小各校平均頻寬使用量為 27.50Mbps，標準差為 20.93Mbps，按國中與國小觀察，平均頻寬使用量分別為 39.12Mbps 與 23.87Mbps，標準差為 28.46 Mbps 及 16.42Mbps。

圖 3、本市市立國中小 8-16 時平均頻寬使用量地圖

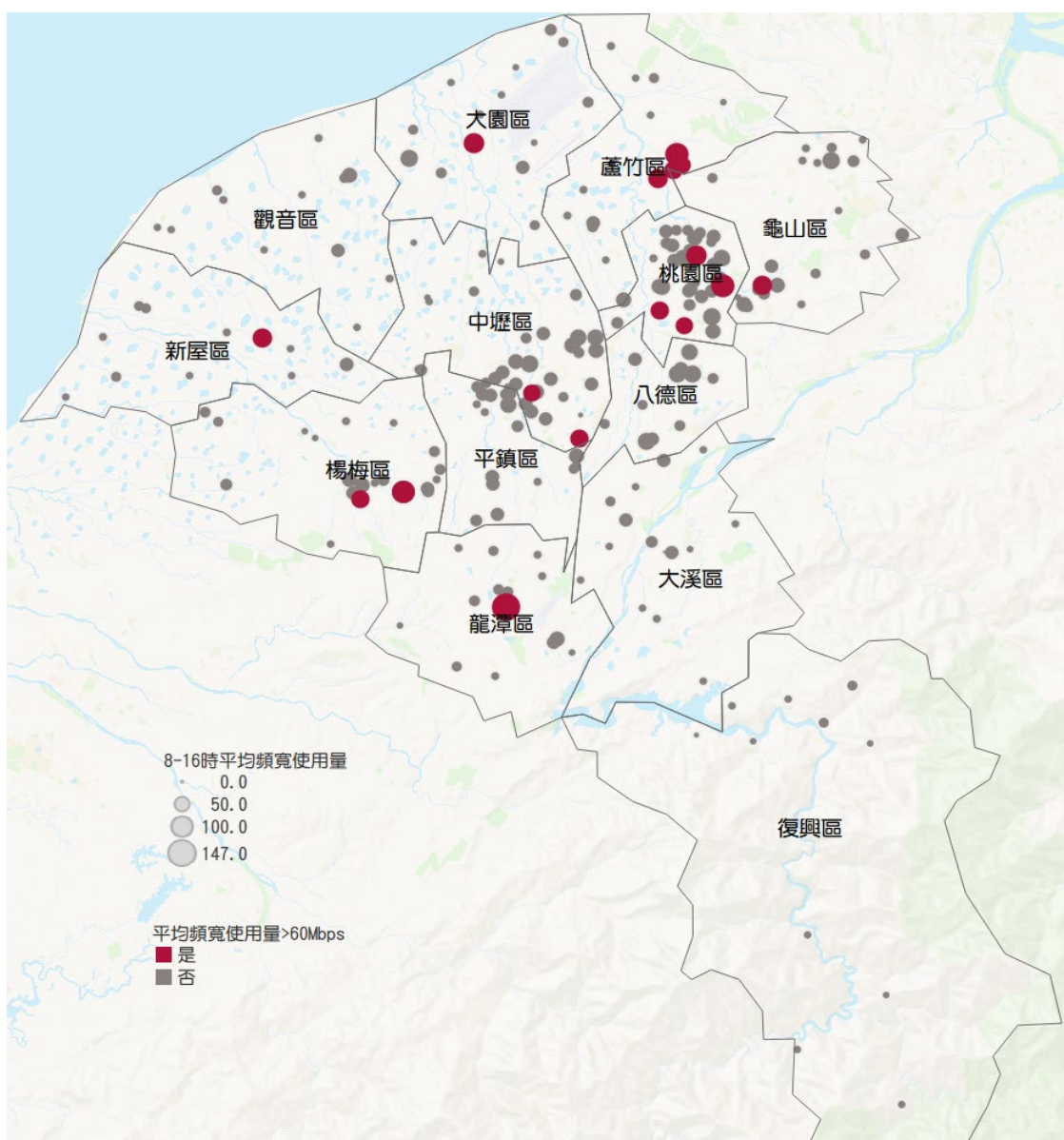
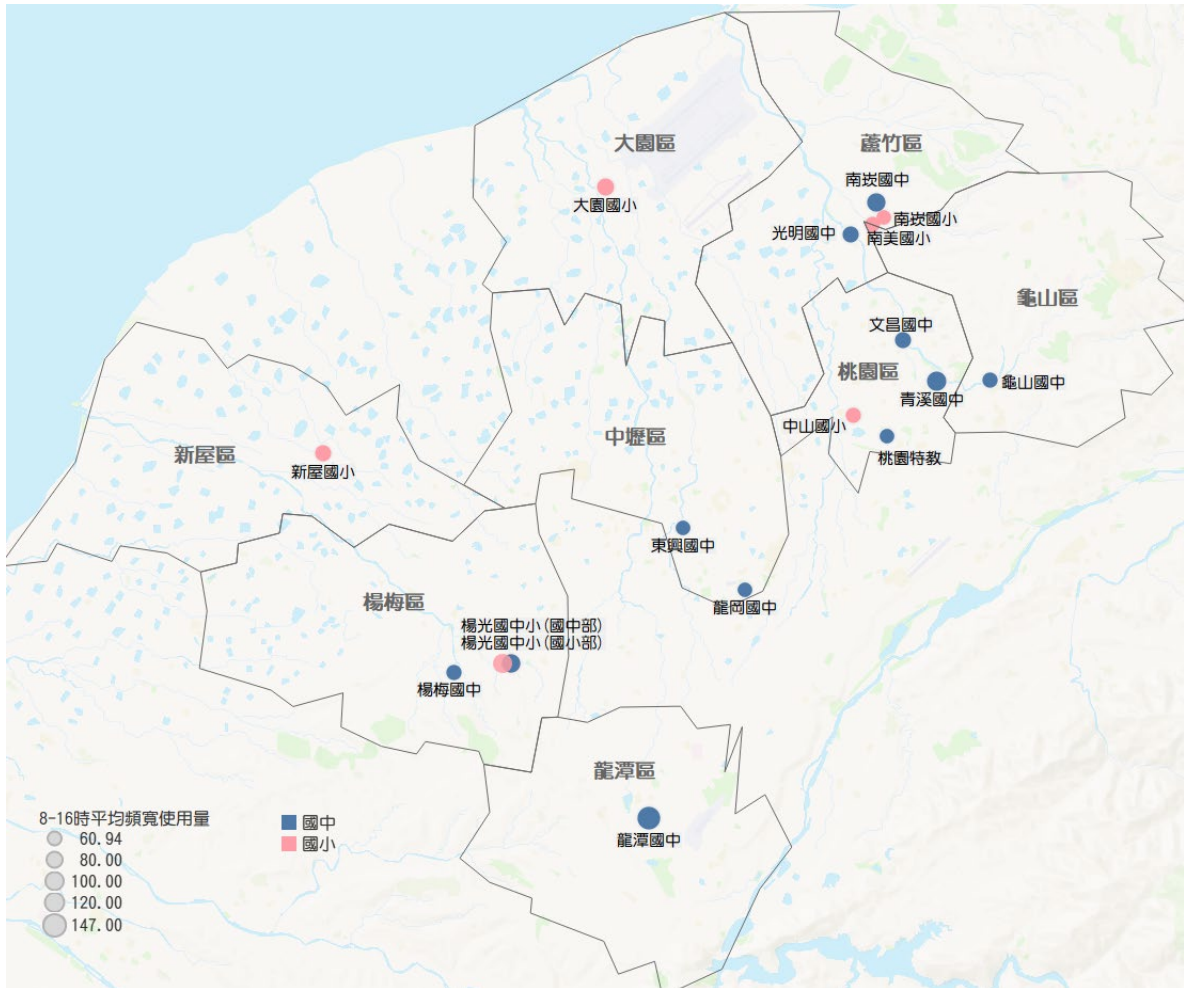


圖 4、本市市立國中小 8-16 時平均頻寬使用量大於 60Mbps 地圖



另彙整各區平均頻寬使用量大於 60Mbps 校數(表 1)，平均頻寬使用量高的學校以國中 11 所多於國小 6 所，分別占國中小總校數 18.97%及 3.26%，其中以桃園區 4 所最多，占比則是蘆竹區 18.75% 最高。此外，若不分國中小按班級數檢視學校平均頻寬使用量，班級數低於 12 班與超過 13 班的學校平均頻寬使用量分別為 12.11Mbps 及 33.35Mbps。

表 1、本市市立國中小平均頻寬使用量大於 60Mbps 校數—區域別

行政區別	統計校數 (所)		平均頻寬使用量 >60Mbps 校數(所)			
	國中	國小	國中	國小		
總計	235	56	179	17	11	6
桃園區	34	11	23	4	3	1
中壢區	32	10	22	2	2	-
大溪區	15	2	13	-	-	-
楊梅區	23	8	15	3	2	1
蘆竹區	16	4	12	3	2	1
大園區	14	2	12	1	-	1
龜山區	22	4	18	2	1	1
八德區	11	2	9	-	-	-
龍潭區	15	4	11	1	1	-
平鎮區	19	5	14	-	-	-
新屋區	11	2	9	1	-	1
觀音區	12	2	10	-	-	-
復興區	11	-	11	-	-	-

肆、統計分析

依前述現況描述初步檢討，本市市立國中小網路使用情形不同，將藉由統計檢定進一步分析國中小及其各時段的差異，另運用集群分析探討國中小學校規模與使用網路情形，依同質性對學校分群，分析各群指標分布，並推估各群頻寬使用量是否足夠，供為業務機關盤點各校網路使用情形之參考。

一、本市市立國中平均頻寬使用量顯著大於國小，惟國小各校頻寬使用量分布較國中集中

從現況分析初步得知，國中各校平均頻寬使用量高於國小，將進一步檢定國中與國小平均頻寬使用量是否有顯著差異，根據中央極限定理⁴，國中與國小每秒頻寬使用量趨於常態分布，運用雙樣本平均數 t 檢定，計算得出 t 值為-3.82，p 值趨近於 1，檢定結果為國中平均頻寬使用量顯著高於國小。此外，為了解國中和國小平均頻寬使用量的差異情形是否相同，運用變異數同質性檢定（Levene 檢定）檢查變異數是否有差異，檢定結果顯示國中變異數顯著大於國小，國中各校網路使用差異情形大於國小，即國小各校頻寬使用量分布較國中集中（表 2）。

表 2、本市市立國中與國小頻寬使用量檢定結果

統計檢定	檢定量	檢定結果
國中與國小平均頻寬使用量是否有顯著差異	t 值=-3.82 p 值=1>0.05	國中平均頻寬使用量顯著大於國小
國中與國小平均頻寬使用量之變異數是否有顯著差異	p 值接近 0 <0.05	國中平均頻寬使用量之變異數顯著大於國小

⁴ 從任何母體隨機抽取大量獨立的隨機變數，其平均值會趨近於常態分佈。

二、本市市立國中 8-16 時各時段平均頻寬使用量僅有 12-13 時顯著低於其他時段，國小則是 12-13 時及 15-16 時 2 時段平均頻寬使用量顯著低於其他時段，其餘時段平均頻寬使用量則無顯著差異

因國中平均頻寬使用量明顯高於國小，爰分別檢定國中與國小各時段平均頻寬使用量是否有差異，並假設國中與國小頻寬使用量符合常態分布。本文擬運用變異數分析方法檢定國中各時段間平均頻寬使用量是否相異，接著為確認是否符合使用該方法之先決條件，先使用 Levene 檢定檢查國中各時段平均頻寬使用量之變異數是否相同，若 p 值小於 0.05 則表示各時段變異數相異，經計算 p 值 0.0019，表示各時段平均頻寬使用量的變異數並不相同，並不滿足一般變異數分析之同質變異數假設，爰使用 Welch's anova 分析國中各時段平均頻寬使用量是否相同，得出 p 值為 0.0001，表示各時段平均頻寬使用量顯著不同。最後進行 Games-Howell 事後檢定找出顯著差異是發生在那些時段，發現 12-13 時平均頻寬使用量明顯較其它時段低，其餘時段平均頻寬使用量並無顯著差異，即大部分的時段的使用需求無差異（表 3）。

依循上開步驟同樣檢定國小各時段平均頻寬使用量是否相異，Levene 檢定 p 值趨近於 0，Welch's anova 得出 p 值亦趨近於 0，運用 Games-Howell 事後檢定，發現 12-13 時與 15-16 時平均頻寬使用量皆較其它時段低，其它時段平均頻寬使用量則無明顯差異，而 12-13 時與 15-16 時亦無明顯差距（表 4）。

表 3、國中 Games-Howell 事後檢定顯著結果表

比較兩時段平均頻寬使用量		顯著性	檢定結果
08-09	12-13	0.008<0.05	08-09 時>12-13 時
09-10	12-13	0.005<0.05	09-10 時>12-13 時
10-11	12-13	0.006<0.05	10-11 時>12-13 時
11-12	12-13	0.040<0.05	11-12 時>12-13 時
13-14	12-13	0.028<0.05	13-14 時>12-13 時
14-15	12-13	0.087>0.05	14-15 時>12-13 時 (接近顯著)
15-16	12-13	0.562>0.05	15-16 時與 12-13 時平均 頻寬使用量無顯著差異

表 4、國小 Games-Howell 事後檢定顯著結果表

比較兩時段平均頻寬使用量		顯著性	檢定結果
08-09	12-13	0.006<0.05	08-09 時>12-13 時
08-09	15-16	0.005<0.05	08-09 時>15-16 時
09-10	12-13	0<0.05	09-10 時>12-13 時
09-10	15-16	0<0.05	09-10 時>15-16 時
10-11	12-13	0<0.05	10-11 時>12-13 時
10-11	15-16	0<0.05	10-11 時>15-16 時
11-12	12-13	0<0.05	11-12 時>12-13 時
11-12	15-16	0<0.05	11-12 時>15-16 時
13-14	12-13	0<0.05	13-14 時>12-13 時
13-14	15-16	0<0.05	13-14 時>15-16 時
14-15	12-13	0.002<0.05	14-15 時>12-13 時
14-15	15-16	0.002<0.05	14-15 時>15-16 時
12-13	15-16	1>0.05	12-13 時與 15-16 時平均 頻寬使用量無顯著差異

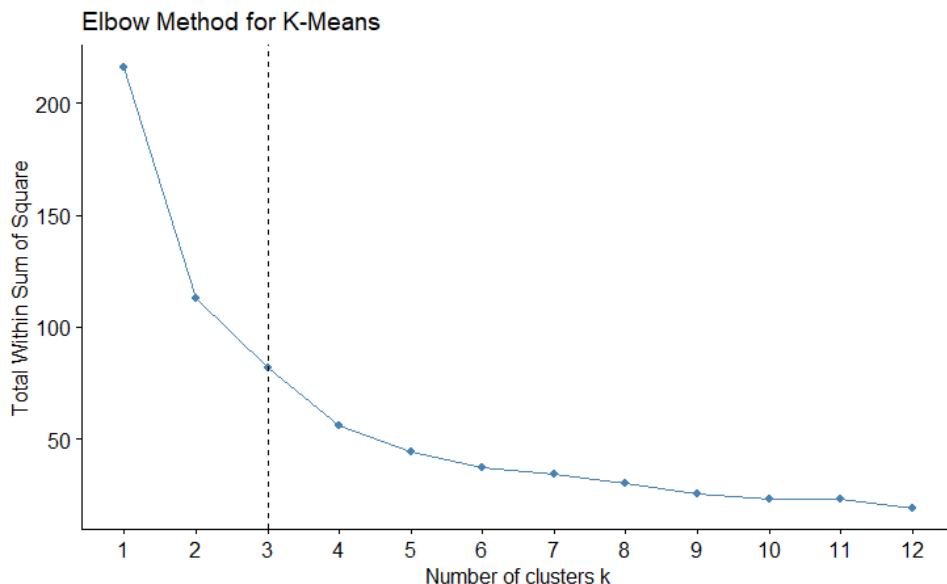
三、本市市立國中小分別按學校規模與平均頻寬使用量，將學校依同質性分群，觀察學校規模與平均頻寬使用量之關聯及分布，並分析各集群網路使用情形；國中小屬於大規模網路群學校占全體 16.67%，大多位於人口稠密之行政區

為探討學校規模與使用網路情形，蒐集各校班級數、學生數、教職員數及各校平均頻寬使用量等相關資料，分別對國中與國小進行集群分析。另外，分校⁵未有師生數等資料，爰僅分析 234 校。

(一)國中分群結果

本文擬納入分群之指標，統計單位不同，各指標資料採標準化處理，至有關決定最適群數，透過肘部法則⁶ (elbow method) 得知群數為 3 群時，各群群內差異與分 4 群之結果相近，爰分 3 群相對較佳 (圖 5)。

圖 5、肘部法則之最適分群數—國中



⁵ 楊梅國中秀才分校未納入集群分析。

⁶ 肘部法則為計算所有資料點與各群中心距離的平方和 (SSE)，k 增加 SSE 會隨之下降，當 SSE 的下降斜率從傾斜大幅轉為平緩時，則為最佳群數 k。

接著應用 K-means 演算法將國中各校予以分群，將資料壓縮投影至二維空間（圖 6），除編號 4 學校偏離所分之集群外，餘各校均落於群內。整理班級數、學校生、教職員數各指標與平均頻寬使用量散布圖（圖 7），皆呈現學校規模越大，平均頻寬使用量越大。就各群概況命名，集群 1（大規模網路群）共 9 所學校之平均頻寬使用量達 78.65Mbps 為各群之最多，其平均班級數 63 班、平均學生數 1,779 人及平均教職人員數 177 人，集群 2（中規模網路群）共 21 所學校，平均頻寬使用量降至 45.56Mbps，集群 3（小規模網路群）共 25 所學校最多，平均頻寬使用量 20.62Mbps 為最少。

圖 6、K-means 集群分析結果—國中

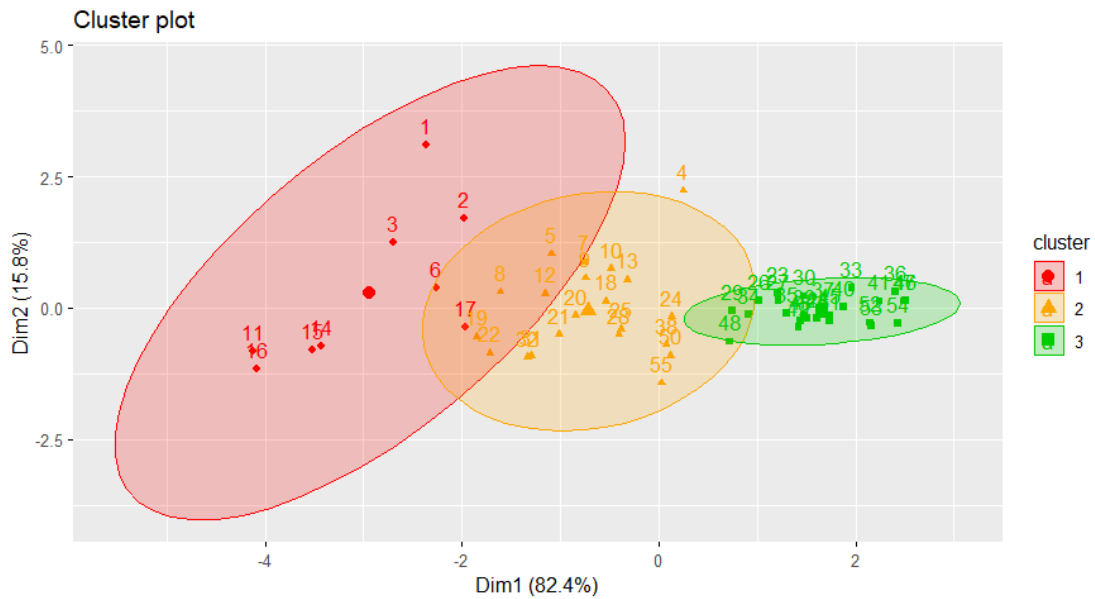


圖 7、K-means 集群分析之班級數、學生校、教職員數與平均頻寬使用量分布—國中

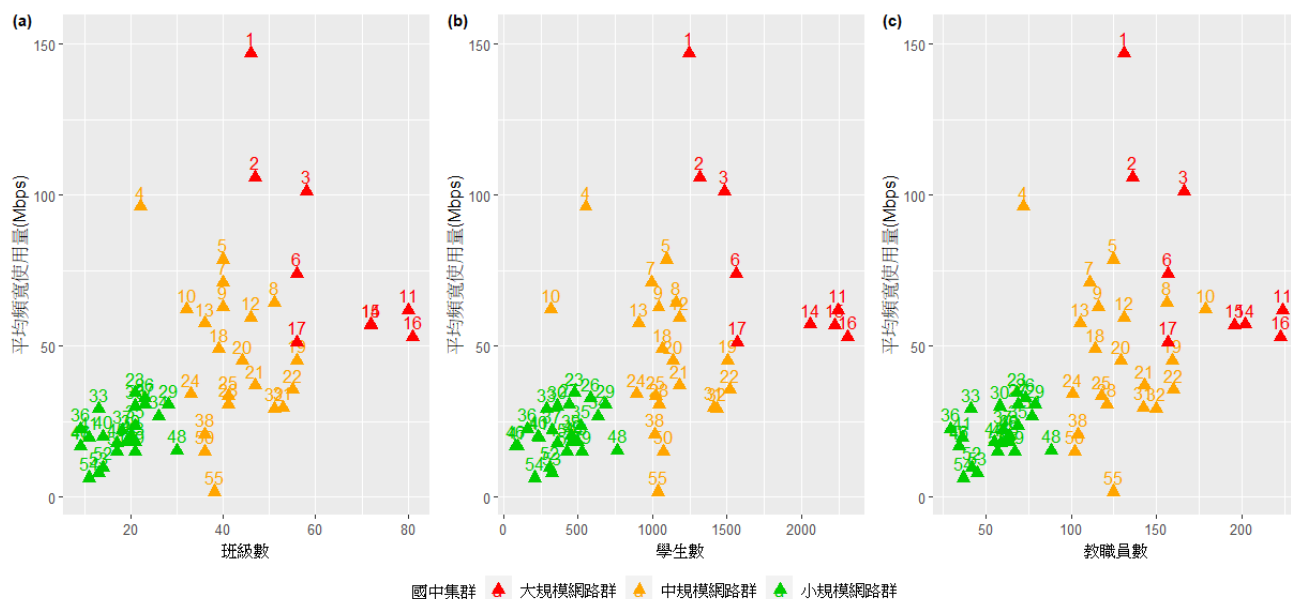


表 5、K-means 集群分析之各群指標平均值—國中

集群	學校數 (所)	平均 班級數 (班)	平均 學生數 (人)	平均 教職員數 (人)	平均 頻寬使用量 (Mbps)
國中總計	55	34	882	103	39.64
大規模網路群	9	63	1,779	177	78.65
中規模網路群	21	42	1,076	127	45.56
小規模網路群	25	18	397	57	20.62

又觀察班級數、學校生、教職員數各指標對應平均頻寬使用量分布圖呈現相似分布(圖 7)，且透過共變異數矩陣(圖 8)可確認班級數、學生數、教職員數間具高度相關性；有鑑於此，將運用 pr 值分析各指標⁷，以歸納各群分界(圖 9)，可得知國中其學校規模 pr 值約大於 75 者(47 班、學生 1,180 人、教職

⁷ pr 值代表該學校於 100 所中可以贏過的校數，pr 值愈高表示排序愈前面。

員 139 人) 屬於大規模網路群學校, pr 值小於 50 (33 班、學生 892 人、教職員 102 人) 則屬於小規模網路群, 中規模網路群 pr 值則介於 50 至 75 間。

圖 8、國中班級數、學生數、教職員數共變異數矩陣

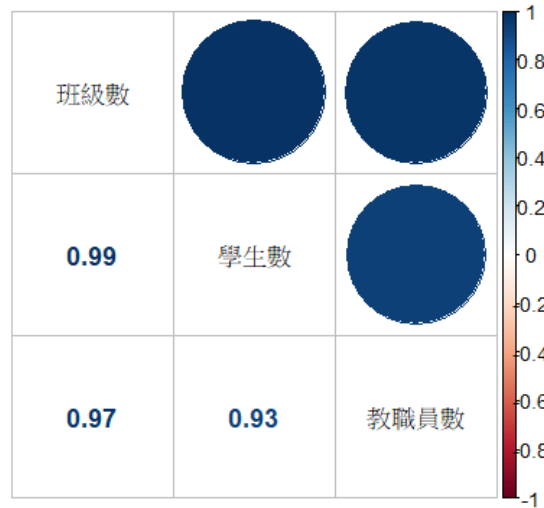
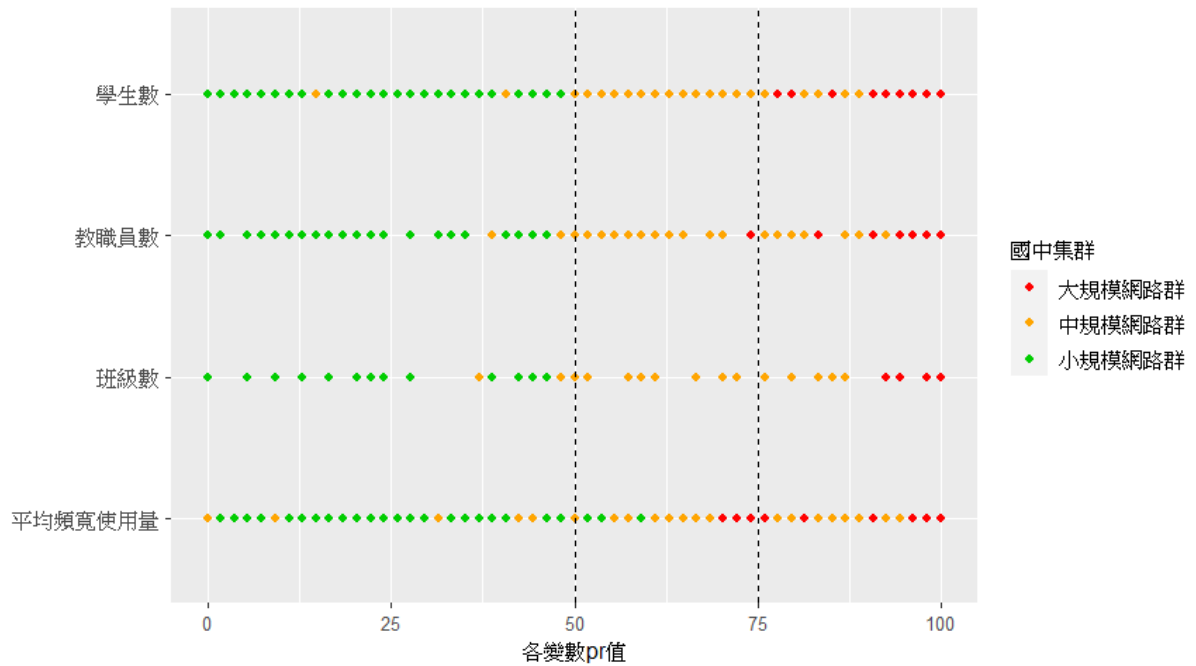


圖 9、國中平均頻寬使用量、班級數、學生數、教職員數 pr 值分布



(二) 國小分群結果

將各指標資料標準化處理後，依循前述方式對國小分群，透過肘部法則得知最適群數為 3 群（圖 10），續應用 K-means 演算法將國小各校予以分群，將資料壓縮投影至二維空間，可發現有編號 1、5、49 等部分學校偏離所屬集群（圖 11）。

圖 10、肘部法則之最適分群數—國小

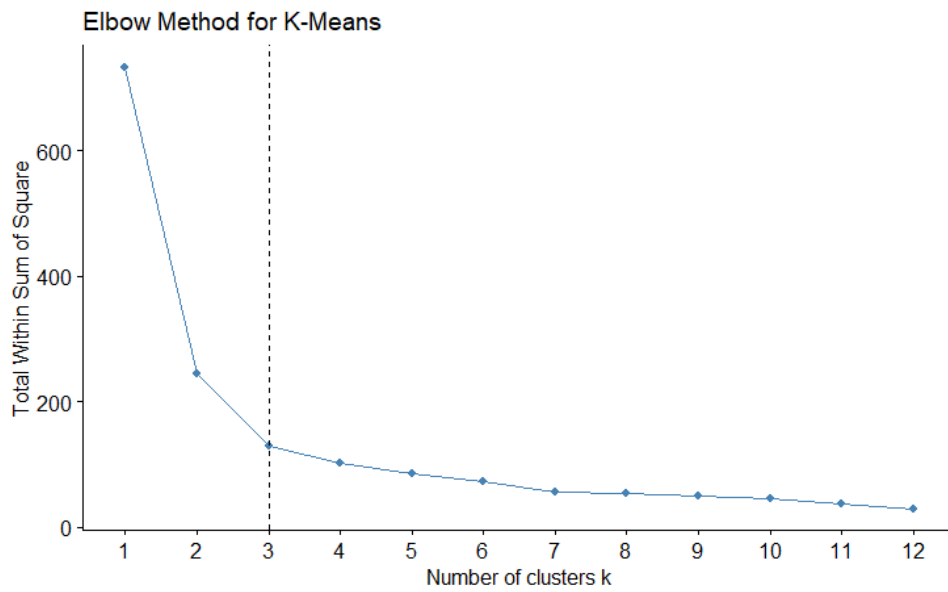
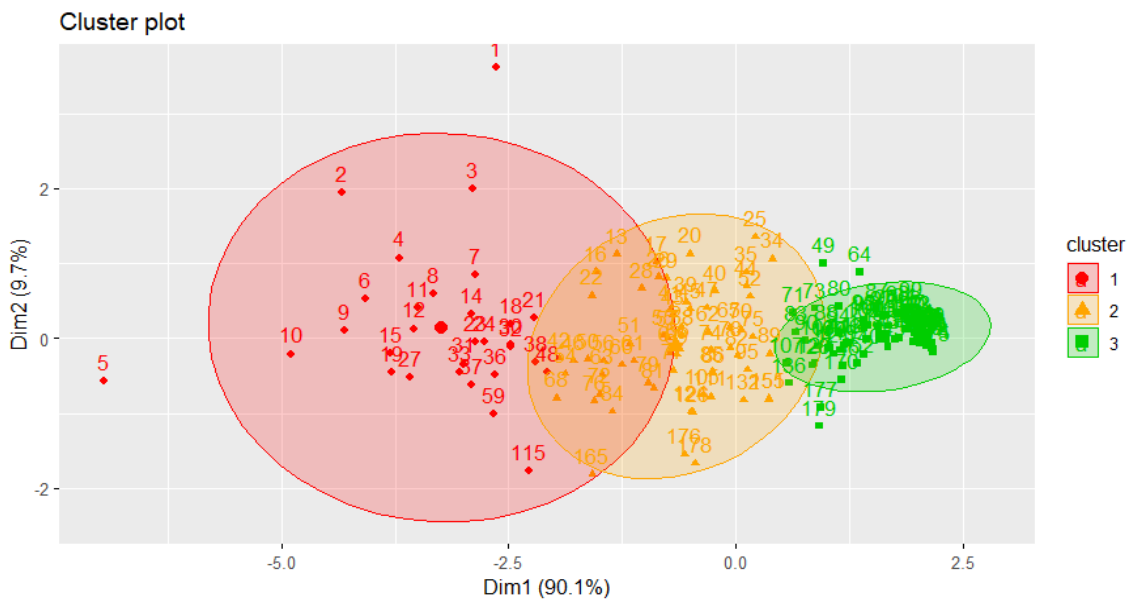


圖 11、K-means 集群分析結果—國小



從班級數、學校生、教職員數各指標與平均頻寬使用量散布圖觀察(圖 12)，同樣呈現學校規模越大，平均頻寬使用量越大，並將各群命名為大、中、小規模網路群。集群 1 (大規模網路群) 共 30 所學校之平均頻寬使用量 49.27Mbps 為各群最多，其學校平均班級數 63 班、平均學生數 1,731 人、平均教職員數 118 人，集群 2 (中規模網路群) 共 63 所學校，平均頻寬使用量降至 27.09Mbps，集群 3 (小規模網路群) 共 89 所學校，平均頻寬使用量 12.64Mbps 為最少 (表 6)。

圖 12、K-means 集群分析之班級數、學生校、教職員數與平均頻寬使用量分布—國小

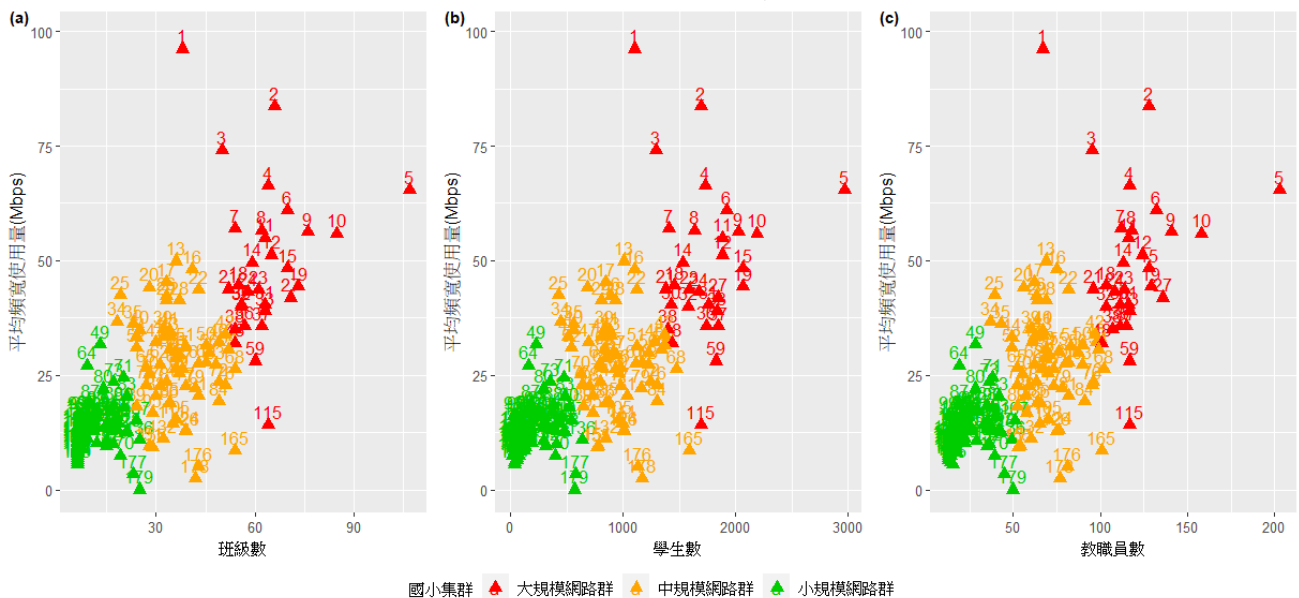


表 6、K-means 集群分析之各群指標平均值—國小

集群	學校數 (所)	平均 班級數 (班)	平均 學生數 (人)	平均 教職員數 (人)	平均 頻寬使用量 (Mbps)
國小總計	179	28	716	56	23.87
大規模網路群	30	63	1,731	118	49.27
中規模網路群	63	36	940	70	27.09
小規模網路群	86	11	198	23	12.64

由於班級數、學校生、教職員數各指標對應平均頻寬使用量分布圖呈現相似分布(圖 12)，計算各指標共變異數矩陣，得知具高度相關性(圖 13)，爰檢視學校各指標 pr 值分布，pr 值 85 以上(54 班、學生 1,411 人、教職員 102 人)為大規模網路群，pr 值小於 50(24 班、學生 572 人、教職員 50 人)為小規模網路群，pr 值介於 50 至 85 間則為中規模網路群(圖 14)。

圖 13、國小班級數、學生數、教職員數共變異數矩陣

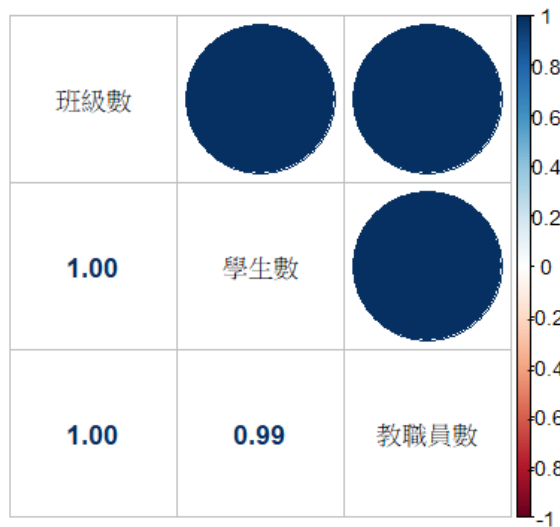
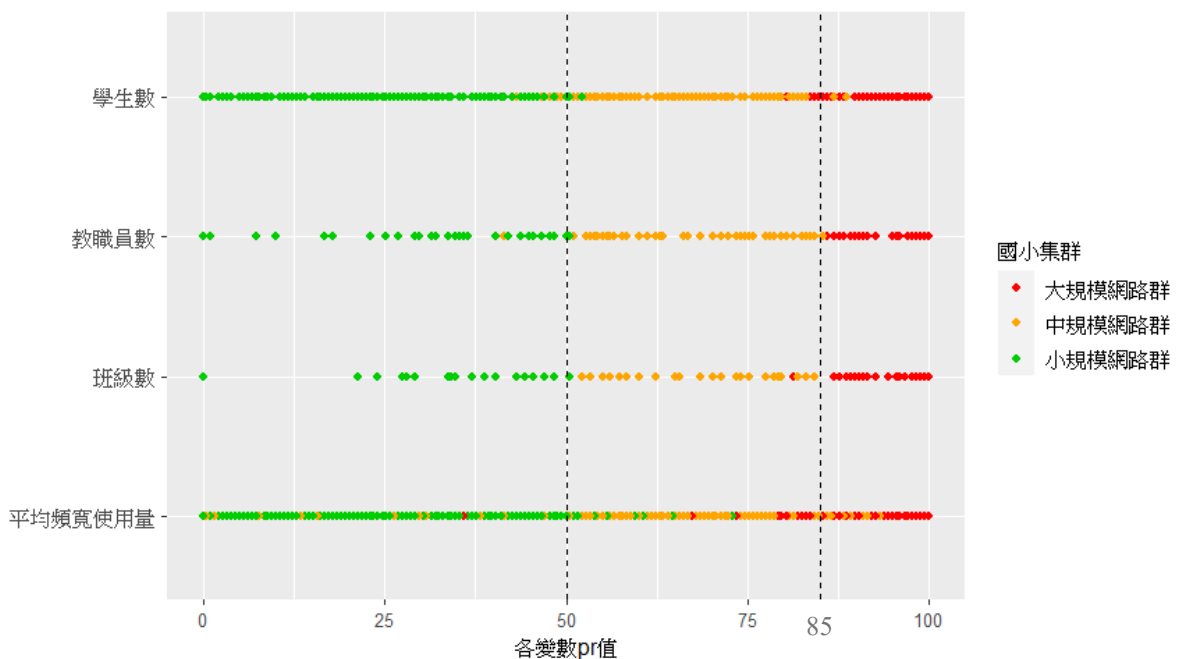


圖 14、國小平均頻寬使用量、班級數、學生數、教職員數 pr 值分布



(三)國中小各集群網路使用情形

為觀察不同教育階段集群特性，按現行 12 班(含)以下保證頻寬 60Mbps 及 13 班以上 100Mbps 方案，依各集群平均班級數對應之保證頻寬，計算「集群平均頻寬使用量和保證頻寬比值」(以下簡稱比值)，呈現各集群使用網路頻寬臨界上限程度，以分析各集群網路使用概況(表 7)：

1. 國中部分：

- (1) 大規模網路群 9 所占 16.36%最少，平均班級數 63 班、平均學生數 1,779 人、平均教職員數 177 人，平均頻寬使用量 78.65Mbps。其中 3 所學校⁸平均頻寬使用量超過保證頻寬 100Mbps(平均 50 班、平均頻寬使用量 118.02Mbps)，餘 6 所平均頻寬使用量為 58.97Mbps，平均 70 班，比值 0.59，屬中度使用頻寬之學校。
- (2) 中規模網路群 21 所，平均班級數 42 班、平均學生數 1,076 人、平均教職員數 127 人，平均頻寬使用量 45.56Mbps，比值 0.46，尚屬於中度使用頻寬之學校。
- (3) 小規模網路群 25 所最多，平均班級數 18 班、平均學生數 397 人、平均教職員數 57 人，平均頻寬使用量僅 20.62Mbps，比值 0.21，屬低度使用頻寬之學校。

2. 國小部分：

- (1) 大規模網路群 30 所占 16.76%最少，平均班級數 63 班、平均學生數 1,731 人、平均教職員數 118 人，平均頻寬使用量 49.27Mbps，比值 0.49，屬中度使用頻寬之學校。
- (2) 中規模網路群 63 所，平均班級數 36 班、平均學生數 940 人、平均教職員數 70 人，平均頻寬使用量 27.09Mbps，比值 0.27，屬低度使用頻寬之學校。

⁸ 龍潭國中、青溪國中、南崁國中。

(3) 小規模網路群 86 所最多，平均班級數 11 班、平均學生數 198 人、平均教職員數 23 人，平均頻寬使用量僅 12.64Mbps，比值 0.21，亦屬低度使用頻寬之學校。

表 7、本市市立國中小各集群網路使用概況

國中/小	集群	學校數	平均班級數	平均頻寬使用量與保證頻寬比值	使用概況
國中	大規模網路群	3	50	118.02/100=1.18	超過保證頻寬
		6	70	58.97 /100=0.59	中度使用
	中規模網路群	21	42	45.56/100 =0.46	中度使用
	小規模網路群	25	18	20.62 /100=0.21	低度使用
國小	大規模網路群	30	63	49.27 /100=0.49	中度使用
	中規模網路群	63	36	27.09 /100=0.27	低度使用
	小規模網路群	86	11	12.64 /60 =0.21	低度使用

3. 註：其中保證頻寬與集群平均班級數比較，12 班以下保證頻寬以 60Mbps 計算，13 班以上以 100Mbps 計算；使用概況與比值劃分標準



另按時段統計每一集群平均頻寬使用量臨界或超過上限的校數，並以比值>0.85 作標準，其中 0.85 為高度使用比值 0.7-1 的平均 (表 8)。除國中大規模網路群(3 校)各時段比值皆偏高，在現有保證頻寬配置下，僅國中之大規模網路群、國中之中規模網路群、國小之大規模網路群在不同時段有零星學校頻寬使用量較大，各群皆無特定時段頻寬擁擠。綜上，前述各群網路使用概況與各時段概況，除數間學校頻寬超過保證頻寬外，在現行網路方案下有頻寬資源閒置情形。

表 8、集群各時段平均頻寬使用量臨界或超過上限校數

單位:校

國中/小	集群	保證頻寬配置	時段							
			8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
國中	大規模網路群 (3校)	100 Mbps	3	3	3	3	-	2	3	3
	大規模網路群 (6校)		1	1	1	-	-	-	-	-
	中規模網路群	100 Mbps	4	3	3	2	-	2	1	-
	小規模網路群	100 Mbps	-	-	-	-	-	-	-	-
國小	大規模網路群	100 Mbps	2	2	2	2	-	3	2	-
	中規模網路群	100 Mbps	-	-	-	-	-	-	-	-
	小規模網路群	60 Mbps	-	-	-	-	-	-	-	-

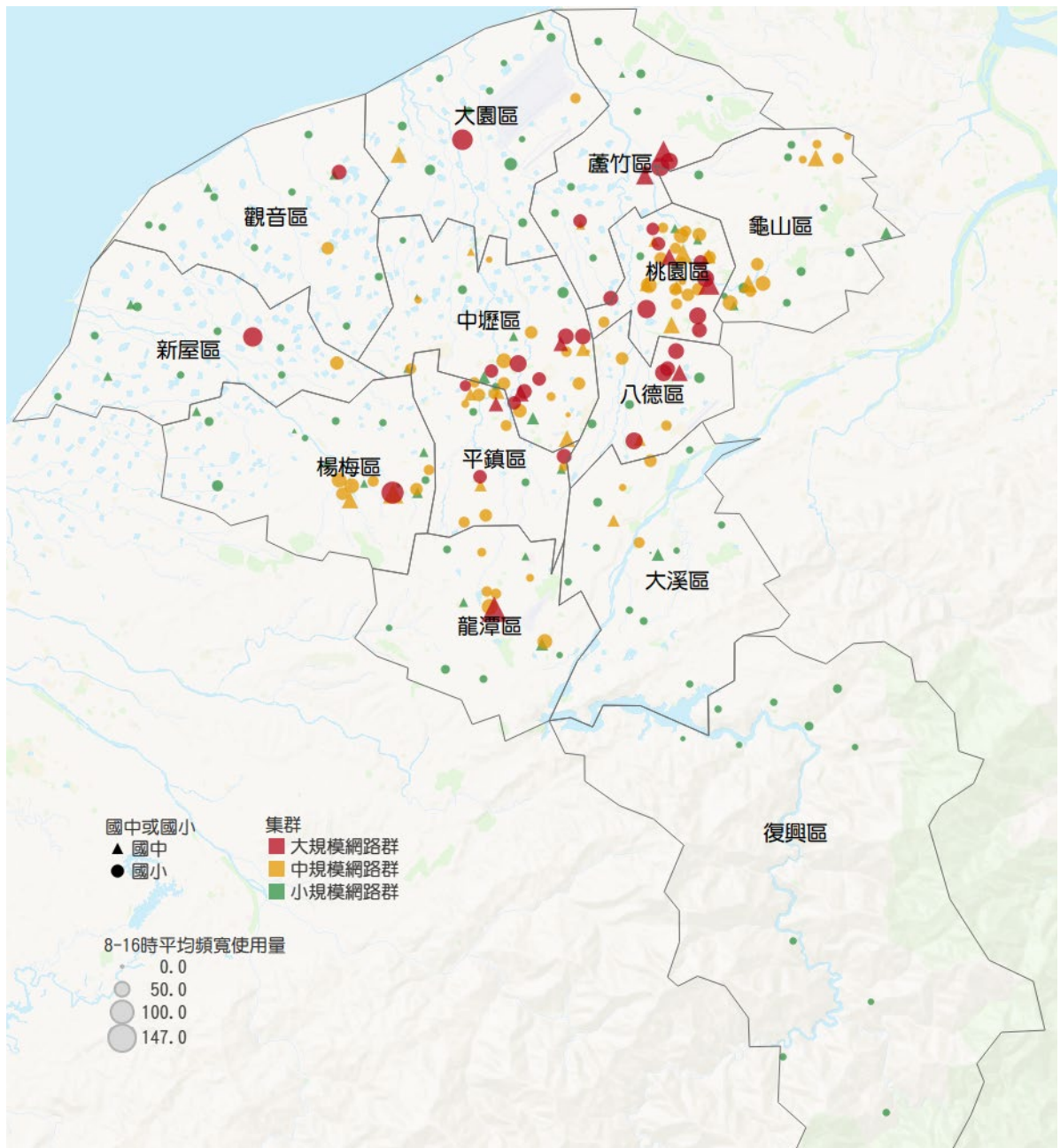
(四)國中小集群地圖

前述國中與國小皆依相對學校規模及平均頻寬使用量區分為大、中、小規模網路群 3 種集群，綜整分群結果觀察大規模網路群合占本市市立國中小之 16.67% 為最低。若觀察各行政區集群分布情形，大規模網路群學校多位於桃園區、中壢區、蘆竹區及八德區等人口稠密地區，皆各分占該區學校 25% 以上（表 9、圖 15）。

表 9、本市市立國中小網路使用集群分布—區域別

行政區別	總計	集群學校數(所)					
		大規模網路群		中規模網路群		小規模網路群	
		數量	占比(%)	數量	占比(%)	數量	占比(%)
總計	234	39	16.67	84	35.90	111	47.44
桃園區	34	9	26.47	22	64.71	3	8.82
中壢區	32	9	28.13	15	46.88	8	25.00
大溪區	15	-	-	4	26.67	11	73.33
楊梅區	22	1	4.55	8	36.36	13	59.09
蘆竹區	16	6	37.50	1	6.25	9	56.25
大園區	14	1	7.14	2	14.29	11	78.57
龜山區	22	1	4.55	10	45.45	11	50.00
八德區	11	5	45.45	3	27.27	3	27.27
龍潭區	15	1	6.67	6	40.00	8	53.33
平鎮區	19	4	21.05	11	57.89	4	21.05
新屋區	11	1	9.09	1	9.09	9	81.82
觀音區	12	1	8.33	1	8.33	10	83.33
復興區	11	-	-	-	-	11	100.00

圖 15、本市市立國中小網路使用情形地圖



伍、結論與建議

一、結論

(一)本市市立國中平均頻寬使用量顯著大於國小，惟國小各校頻寬使用量分布較國中集中

111年9月國中各校8-16時平均頻寬使用量39.12Mbps，標準差為28.46Mbps，國小各校平均頻寬使用量為23.87Mbps，標準差16.42Mbps；據統計檢定結果，國中平均頻寬使用量顯著大於國小，國中各校使用差異情形大於國小，即國小各校頻寬使用量分布較國中集中。

(二)本市市立國中8-16時各時段平均頻寬使用量僅有12-13時顯著低於其他時段，國小則是12-13時及15-16時等2時段平均頻寬使用量顯著低於其他時段，其餘時段平均頻寬使用量則無明顯差距

國中各時段以8-9時平均頻寬使用量44.98Mbps最高，12-13時25.05Mbps最低，國小平均頻寬使用量以10-11時最高、15-16時最低，分別為28.26Mbps及17.21Mbps；依變異數分析及事後檢定結果顯示，國中各時段平均頻寬使用量除12-13時明顯偏低外，其餘時段並無顯著差距，國小各時段平均頻寬使用量則為12-13時及15-16時明顯偏低，其餘時段均無顯著差距，此外，國小12-13時與15-16時2時段平均頻寬使用量均無明顯差距，即大部分時段的使用需求無差異。

(三)本市市立國中小分別按學校規模與平均頻寬使用量，將學校依同質性分群，並以各群平均頻寬使用量臨界程度推估各群網路使用情形，除數間學校超過保證頻寬外，在現行網路方案下有頻寬資源閒置情形

蒐集各校之「平均頻寬使用量、學生數、教職員數、班級數」等指標納入集群分析，分別將國中與國小各校分群，找出群內差

異最小，群間差異最大，最適群數皆為 3 群，依集群特性分別命名為大、中、小規模網路群，大致呈現學校規模愈大，網路使用需求愈高，且大規模網路群均集中在人口稠密地區。觀察各群頻寬使用情形，除了國中大規模網路群有 3 所學校超過保證頻寬，其餘各群均屬中度或低度使用頻寬；觀察各群各時段平均頻寬使用量，最多僅 4 所學校臨界保證頻寬。

此外，現行網路頻寬方案係 5 所學校共用頻寬，即使少數學校超過保證頻寬，仍可運用其他學校未使用之頻寬資源，因此本市現行頻寬足夠，且有頻寬資源閒置情形。

二、建議

(一)適時調整網路頻寬配置模式，合理分配網路資源

各校間網路使用情形差異甚大，國中大規模網路群平均頻寬使用量 78.65Mbps，遠高於國小小規模網路群之 12.64Mbps，且網路規模大者多位於人口稠密區，網路規模小者則多座落於人口稀疏地區，依現行網路頻寬配置模式，僅少數學校有超過保證頻寬，其他學校多有資源閒置情形，建議未來頻寬資源如需調整，應依國中小分別劃分學校網路頻寬上限。若依照現行方案(國中小皆 12 班(含)以下保證頻寬為 60Mbps，餘為 100Mbps)作調整，用班級數區分學校保證頻寬，建議調整如下：

1. 調整國中小規模網路群頻寬上限，將國中 33 班(含)以下學校之保證頻寬設為 60Mbps，餘為 100Mbps。
2. 調整國小小規模網路群頻寬上限，將國小 24 班(含)以下學校之保證頻寬設為 60Mbps，餘為 100Mbps。

相較原方案，新方案讓更多小規模學校劃入保證頻寬 60Mbps 範圍，且由於前述檢定已確認各時段平均頻寬使用量都沒有特別凸出，爰保證頻寬高於各校之平均頻寬使用量，預期將不影響其

網路使用需求，又擬調整的範圍僅少數學校⁹有時段頻寬使用量超過保證頻寬，占整體比例小，且各校各時段平均頻寬使用量均低於保證頻寬，若有學校使用量稍高，建議可微調數位課程時段，亦有其他學校尚未使用的頻寬資源做為備援，因此可滿足擬調整範圍之學校使用需求。

(二)針對相同規模學校中，頻寬使用量異常偏高或偏低的學校，建議進一步檢視其網路使用情形，以因應頻寬

從國中小平均頻寬使用量分布觀察，國中大於國小，而同一教育階段各學校於不同時段有相似的使用習慣，分群結果也得知學校規模較大的學校原則上有較高的平均頻寬使用量、有較大之網路使用需求，屬於同一集群，建議針對相同規模學校中，頻寬使用量異常偏高或偏低的學校，進一步檢視其網路使用狀態是否有異常或特殊情形：

1. 使用量偏高的學校，建議可使用網路流量分析工具，了解各學校網路存取偏好及流量組成，包含使用量超過保證頻寬之龍潭國中、青溪國中、南崁國中，以及使用量相對較高之楊光國中小（含國中部與國小部）。
2. 使用量偏低的學校，建議可了解其頻寬需求少的原因，包含青埔國中、福豐國中、仁和國中、同德國中、錦興國小、青埔國小、富台國小、瑞梅國小、興仁國小及田心國小。

另一方面，本市現行網路頻寬方案下，頻寬應屬充足，如有學校反應網路速度慢，建議應優先檢視其網路設備及資安裝置，包含路由器設定、傳輸線路、防火牆等，以因應頻寬。

⁹ 包含頭洲國小、自強國小、龍岡國小集中上午使用頻寬。

陸、資料來源

- 一、桃園市政府教育局
- 二、前瞻基礎建設－國民中小學校園數位建設實施計畫