

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱： 探討校園各種地板與鞋子間的摩擦力變化

一、摘要：

本探究旨在探究校園地板，因為材質問題、設計失當、經常使用或維護情況不佳，導致經常發生學生滑倒事件，釀成意外。所以，擬透過所學之牛頓三大運動定律與摩擦力原理，並參考相關學者之研究，進行模擬實驗，並根據實驗結果，進行 T 檢定，並發現重量、地板材質、鞋子種類、有無防滑條與濕度都會造成摩擦力大小的改變。根據檢定結果，對於出學校最可能發生意外的地板狀況，以找出學校最可能發生意外的地板狀況，並提出建議，以作為改善校園安全的參考。研究結果發現，各式的校園地板中，以操場的設計最安全、樓梯防滑效果次之，穿堂的地板與教室外走廊，防滑設計最差，因此本探究建議在穿堂的地板和教室外走廊上加強防滑的工作，像是貼防滑條等。

二、探究題目與動機

有些人經常在學校因為趕時間或因為學校的地板材質眾多，在不同的地板上可能會因為不同的摩擦係數而滑倒，讓學校變成一個很危險的地方，學校作為未成年人重要的學習、生活場所，安全責任重大，學校中發生的各種安全事故牽動著全社會的神經，而且住家與校園都是一般人以為最安全的地方，卻也因此失去危機意識，造成的事故或死亡率比公共場所還高。例如：台北市某國中 2021 年 10 月中，因該所學校校園老舊，又無經費，地板年久失修，造成高達 700 人次受傷，為該所學校的 50%。所以本探究想測試學校中不同材質地板的摩擦力大小，以及不同材質鞋子的摩擦力比較。幫助學校改善地板摩擦力不足的問題，減少校園中遺憾的發生，並讓全國中小學開始重視校園各種安全方面的問題，和室內外地板的更新。

三、探究目的與假設

校園地板的材質眾多，在不同的地板上可能會因為不同的摩擦係數而造成滑倒，因此，成為了學校安全的死角。所以，學校地板的安全性，應該是大家都要嚴正看待的事情，本探究透過日常觀察校園地板，發現了地板的摩擦力可能會因為「不同的承載」、「室內地板與室外地板」、「不同種類的鞋子」、「有無防滑條」和「地板潮濕程度」，五點而改變。因此本探究設計了下列實驗，探究目的與假設說明如下：

(一) 不同承載下摩擦力的比較：使用 154.5g 的石頭放到鞋子中，測量最大靜摩擦力及動摩擦力且算出其摩擦力係數，並將其跟無載重時的摩擦係數比較，由此來推測人走路時的摩擦力係數。

(二) 室內地板與室外地板的摩擦力比較：測量各種室內地板和各種室外地板的最大靜摩擦力及動摩擦力且算出其摩擦力係數，並比較室內摩擦力係數及室外摩擦力係數的大小，選出最不容易摔倒的地板材質。

(三) 不同種類鞋子的摩擦力比較：使用包鞋及步鞋來測量數個相同地板的最大靜摩擦力及

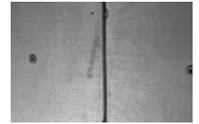
動摩擦力且算出其摩擦力係數，並將比較包鞋的摩擦力係數及步鞋的摩擦力係數大小，選出最不容易摔倒的鞋子。

(四) 有無防滑條的防滑成效：在地板貼上了間隔 5 公分、長度 10 公分的防滑條 (除操場和跑道)，且為了可測量用過的防滑係數，先踩防滑條並等待一個禮拜，再測試最大靜摩擦力及動摩擦力且算出其摩擦力係數，並跟沒貼防滑條時的摩擦係數進行比較，算出防滑條的防滑成效。

(五) 地板潮濕程度的防滑差異：使用拖把將地板拖溼，模擬下雨後地板溼掉的樣子，之後測量摩擦力係數，再將測量到的擦力係數與之前在乾地板測量到的摩擦力係數比較，由此來證明下雨天容易滑倒。

四、探究方法與驗證步驟

表一 實驗設備

樓梯(1)	樓梯(2)	排球場	圓形廣場	資班辦公室
				
司令台後方	跑道	操場	教室	廁所
				
穿堂	教室外走廊	連接走廊(2)	鐵板	碎石子地
				
連接走廊(1)	數個砝碼	彈簧秤	防滑條	上皿天平
				
鞋子 1	鞋子 2	水桶	拖把	圓規
				
數個石頭	剪刀	美工刀		
				

為了達成探究目的，採用實驗研究法，引用了牛頓三大運動定律和摩擦力等原理來進行實驗，探究方法與驗證步驟，說明如下：

一、不同承載下摩擦力的比較：為探討不同承載下摩擦力的比較，本探究先使用了上皿天平和砝碼測量出石頭的質量，再將石頭放入鞋子中，將鞋子挖一個小洞，把彈簧秤的掛鉤勾到鞋子前方的洞內，使鞋子呈現不同的承載重量，並擬定相關實驗。

二、室內地板與室外地板的摩擦力比較：為了探討室內地板與室外地板的摩擦力比較，本探究測量了校園中室內和室外的各種地板，並擬定了下列實驗。

三、不同種類鞋子的摩擦力比較：為探討不同種類鞋子的摩擦力比較，本探究使用兩雙不同種類的鞋子，並擬定下列實驗。

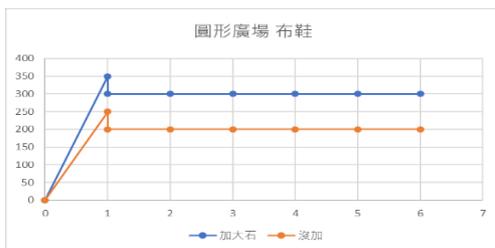
四、有無防滑條的防滑成效：為了探討有無防滑條的防滑成效，本探究在地板上貼了間隔 5 公分、長度 10 公分的防滑條（除操場和跑道），並擬定了下列實驗。

五、地板潮濕程度的防滑差異：為了探討地板潮濕程度的防滑差異，本探究使用了拖把和水桶把地板拖濕模擬下雨天時的地板，並擬定了下列實驗。

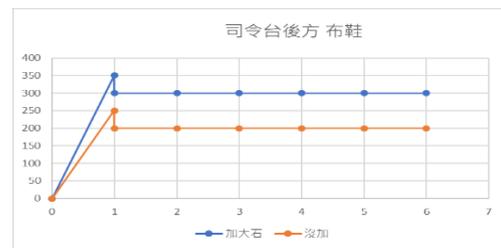
五、結論與生活應用

根據探究方法與驗證步驟進行探究目的之實驗，進行了五項實驗目的與 90 個實驗之探討，探討「不同的承載」、「室內地板與室外地板」、「不同種類的鞋子」、「有無防滑條」和「地板潮濕程度」五種變因下摩擦力的變化。結果，說明如下：

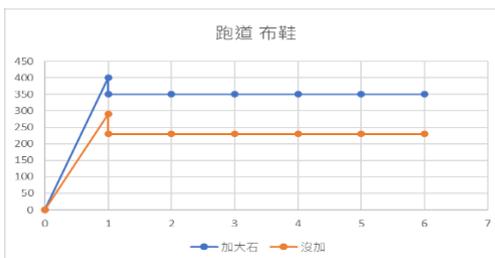
一、不同承載下摩擦力的比較



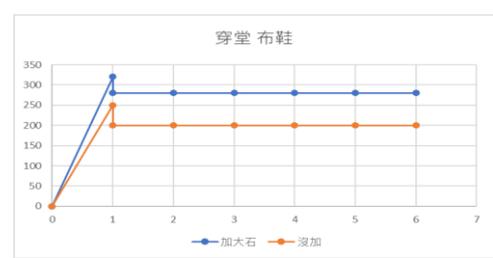
圖一不同承載下摩擦力的比較（圓形廣場）



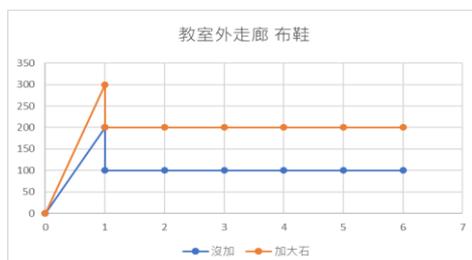
圖二不同承載下摩擦力的比較（司令台）



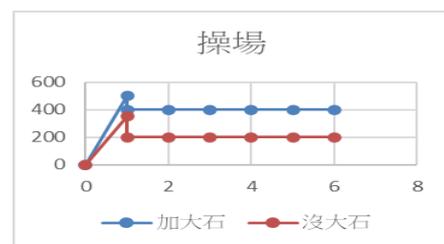
圖三不同承載下摩擦力的比較（跑道）



圖四不同承載下摩擦力的比較（穿堂）



圖五不同承載下摩擦力的比較（教室外走廊）



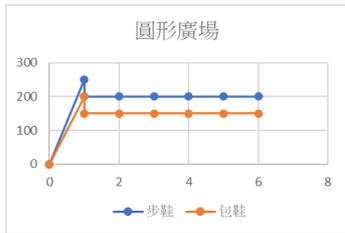
圖六不同承載下摩擦力的比較（操場）

二、室內地板與室外地板的摩擦力比較

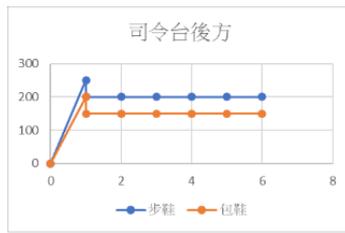
表二 室內地板與室外地板的摩擦力比較

圓形廣場	0	250	200	200	200	200	200	200	T 檢定	試驗結果
司令台後方	0	250	200	200	200	200	200	200	-	差異不顯著
圓形廣場	0	250	200	200	200	200	200	200	0.000283439	達顯著差異
跑道	0	290	230	230	230	230	230	230		
圓形廣場	0	250	200	200	200	200	200	200	0.002535996	達顯著差異
穿堂	0	250	220	220	220	220	220	220		
司令台後方	0	250	200	200	200	200	200	200	0.000283439	達顯著差異
跑道	0	290	230	230	230	230	230	230		
司令台後方	0	250	200	200	200	200	200	200	0.002535996	達顯著差異
穿堂	0	250	220	220	220	220	220	220		
跑道	0	290	230	230	230	230	230	230	0.018983337	達顯著差異
穿堂	0	250	220	220	220	220	220	220		

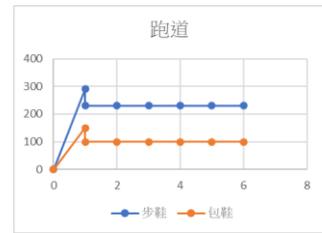
三、不同種類鞋子的摩擦力比較



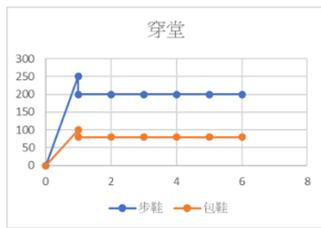
圖七圓形廣場



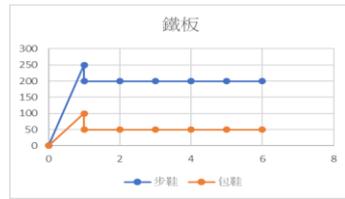
圖八司令台



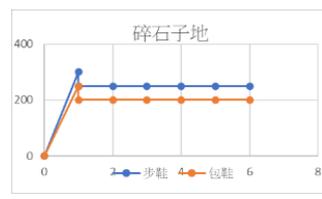
圖九跑道



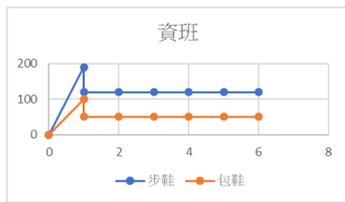
圖十穿堂



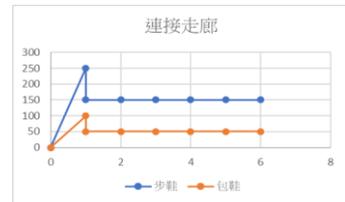
圖十一鐵板



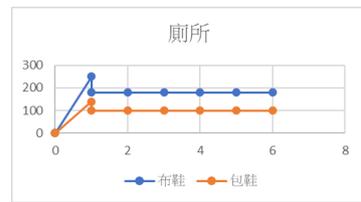
圖十二碎石子地



圖十三資班

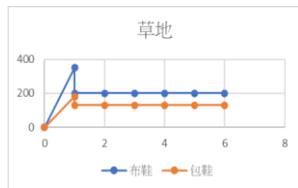


圖十四連接走廊

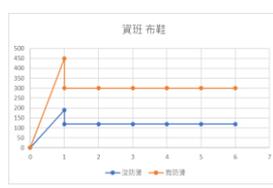


圖十五廁所

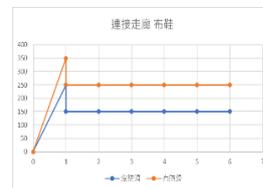
四、室內地板加上防滑條的防滑成效



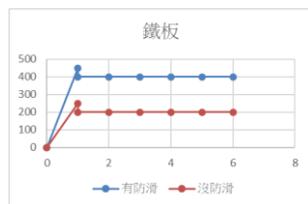
圖十六草地



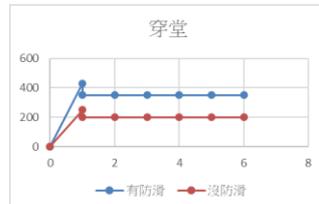
圖十七資班



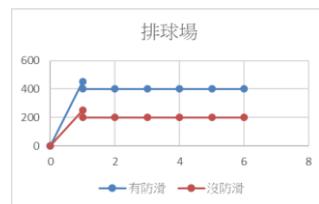
圖十八連接走廊



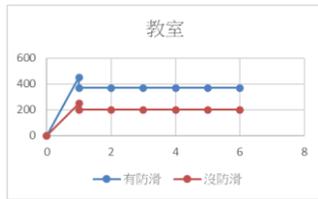
圖十九鐵板



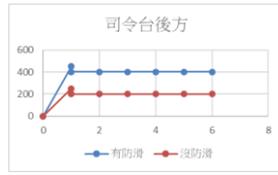
圖廿穿堂



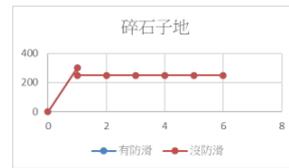
圖廿一排球場



圖廿二教室

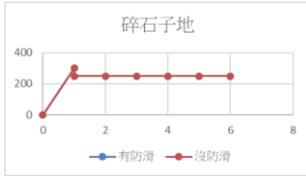


圖廿三司令台後方

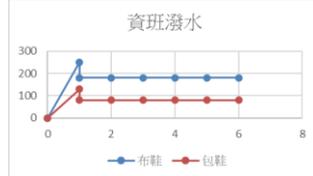


圖廿四碎石子地

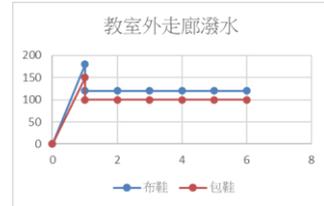
五、地板溼掉後的防滑差異



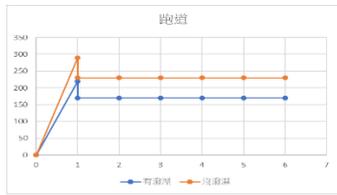
圖廿五碎石子地



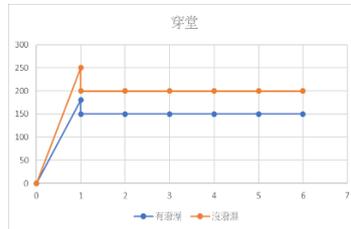
圖廿六資班



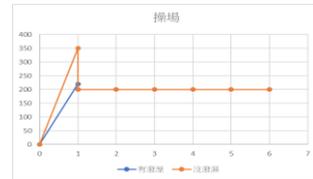
圖廿七走廊



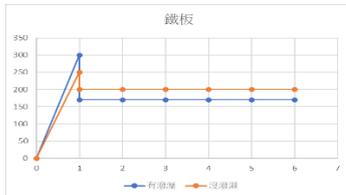
圖廿八跑道



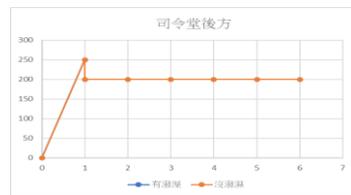
圖廿九穿堂



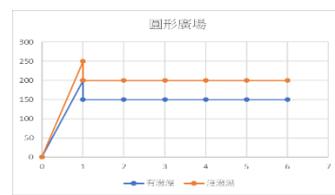
圖卅操場



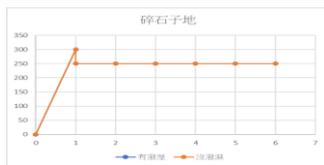
圖卅一鐵板



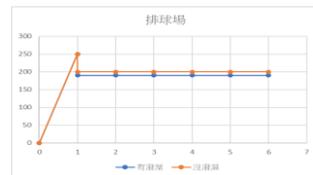
圖卅二司令台後方



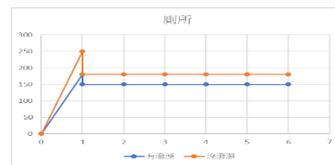
圖卅三圓形廣場



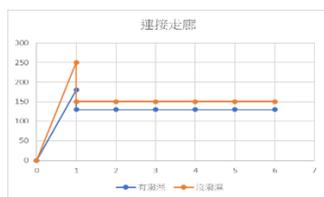
圖卅四碎石子地



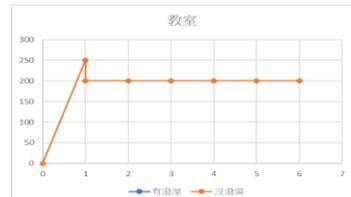
圖卅五排球場



圖卅六廁所



圖卅七連接走廊



圖卅八教室

根據研究方法進行本探究目的之探討，進行了五項實驗目的與 78 個實驗之探討，本探究希望在進行完這 78 個實驗後能分別給予學校不同的建議。根據研究方法、研究結果與討論，本探究之結論說明如下：

一、不同承載下摩擦力的比較

本探究測量了校園中各種材質的地板，並以加上石頭來表示不同承載時摩擦力大小的變化，而根據研究結果，發現不同承載時，較重的物體會使摩擦係數變大，會具有較大的摩擦力，因此，較重的物體產生的摩擦力較大，故，較不容易滑到。所以，本探究認為學生在選擇及購買鞋子上，必須根據自己的條件來選擇輕一點或重一點的鞋子，以達到防滑效果及維護師生安全之需求。

二、室內地板與室外地板的摩擦力比較

本探究測量全校各個地方不同材質的地板，而根據研究結果的顯示發現，室內穿堂和資班地板的摩擦力較小，而室外的地板則較無此問題。所以，本探究建議在上述摩擦係數較小的地點放上告示牌，以免造成學生滑倒，達到理想防滑效果及維護師生安全的需求。

三、不同種類鞋子的摩擦力比較

本探究分別使用了包鞋和步鞋這兩種學生常穿的鞋子來進行實驗，而根據研究結果，發現在每種地板上，步鞋防滑程度皆大於包鞋，且具有顯著差異，因此，本探究建議學生平時到學校進行活動盡量還是以穿著步鞋為主，方能達到理想防滑效果及維護師生安全之需求。

四、有無防滑條的防滑成效

本探究在不同的地板上貼上了防滑條，並進行了測試，而根據研究結果，發現貼上防滑條後地板的摩擦係數會變大，且與未貼防滑條的地板之間具有顯著差異。所以本探究建議在摩擦係數較小的地點貼上防滑條，以達到防滑效果維護師生安全的需求。

五、地板潮濕程度的防滑差異

本探究將不同的地板脫溼，以模擬下雨天地板潮濕的情形，並進行了測試，而根據研究結果，發現表面的潮濕程度會影響摩擦力的大小，除了實驗 5-2 的排球場因表面有防滑材質而導致於其他研究結果不相符以及 5-15 鐵板和 5-1 操場未達顯著差異外，其他實驗結果皆與未拖溼地板之間具有顯著差異。所以本探究建議在下雨天時，要多多提醒學生不在潮濕的地板上奔跑和嬉戲，或建議學生穿著有防滑材質的鞋子。

參考資料

吳亭頤 (2021 年 2 月 4 日)。濕地板未擦乾！新竹貴族學校男童滑倒不治家屬提告清潔工「判決結果出爐」。太報新聞。<https://reurl.cc/AKeV7Z>

陳莉萱 (2020)。銀髮適老環境健康調適地板之研究 - 以調濕防滑材料為例。碩士學位論文。高雄市：東方設計大學。

湯子靈、楊詩弘、王俊元 (2018)。地坪面磚施作防滑材料之適用性研究。物業管理學會論文集，12 屆，93-104。

楊詩弘、王俊元 (2020)。地坪材料表面粗度對防滑性能影響之研究 - 以施作防滑材料前後差異為例。物業管理學報，11 (2)，24-35。