

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 化學科

第一名

最佳創意獎

080206

「滑」出超級「矽」魔力

學校名稱：彰化縣鹿港鎮文開國民小學

作者： 小五 林宣均 小五 許芮綺 小五 吳秀萱 小五 黃韋翔 小五 黃新恩 小五 李胤馳	指導老師： 謝淑鳳 黃文進
---	-----------------------------

關鍵詞：滑石、矽酮、黏固力

得獎感言

能夠在全國科展上獲得第一名，是我們夢寐以求的，沒想到這個「夢」真的實現了。

我們的科展之路從 56 屆的全國佳作到 57 屆的全國第一名，這一路走來實屬不易。從去年九月開始到今年的六月，研究了將近一年時間，在實驗過程中雖然遇到許多困難，但是在我們團結合作、同心協力下，終於一一突破這些困境。而其中印象最深刻得是，我們要設計出測量超級黏土的彈力工具，想了許多方法、試了許多方式，最後才終於從自然課本中的虎克定律得到靈感，設計出黏土彈簧測量工具。不只如此，我們還利用假日時間到學校一起做實驗，跟老師及同學一起討論，雖然犧牲了許多出遊的時間，但是這一切都是值得的。

從這次科展中讓我們體會到做任何事都要辛勤得付出，才能獲得甜美的果實。在老師的指導下，我們要大膽假設，反覆驗證，還要付出努力、解決無數的困惑，終於能在彰化縣科展獲得特優，代表彰化縣進軍全國科展競賽，但我們不因此而自滿，針對實驗中不足之處再加強，也才能在全國科展優異作品中，大放異彩奪下第一名。

經過了一年的努力，有成功也有失敗，有歡笑也有淚水，我們付出的比別人多，我們也曾經想要放棄過，但現在我們終於知道永不放棄才是邁向成功之道。



我們同心協力將全國科展的海報張貼完成



我們獲得全國科展化學科第一名耶



我們在彰化縣科展獲得特優

摘要

「超級黏土」不但能耐熱、耐冷，在海水以及強酸、強鹼浸泡下，都無法影響它的超強黏固力，它能緊緊黏住物體，固化後還具有可彎性，且具有彈力。我們分析它的成分還找了各種材料，並用自製測量工具：黏固力、彈力、酸腐蝕測量工具進行檢測，嘗試做出類似「超級黏土」及創意產品。經實驗得出：(1)超級黏土的成分有滑石、聚矽氧烷、甲基三矽烷等，實驗證明它有強的黏固力、彈力、耐熱、耐冷、防水及防腐蝕的性質。(2)自製超矽黏土：25公克滑石粉加 20 公克中性防黴矽酮加 2 公克玉米澱粉，性質最接近超級黏土。(3)我們用自製超矽黏土修補許多破損物品及捏塑生活用品，更加入夜光以及能感溫變色的物質，發展出既經濟又實用的創意超矽黏土。

壹、研究動機

有一次上課時，我的鞋子開口笑了，原本想要把鞋子丟掉，老師告訴我說：「有一種土是超級黏土，可以修補任何破損的物品。」老師還說這裡面的成分之一是爽身粉的成分~滑石，但是這個不便宜喔！

滑石居然可以做出有如此神奇黏力的超級黏土呀!我看過哥哥的六年級自然課本第三單元「地表的變化」，裡面介紹許多岩石與礦物，而滑石就是其中一種，它是一種硬度小的礦物，一摩擦就會變成粉末。脆弱的滑石怎麼樣才可以成為牢牢地黏合物品的超級黏土呢？我們決定對這個神奇黏力徹底研究一番。

貳、研究目的及問題

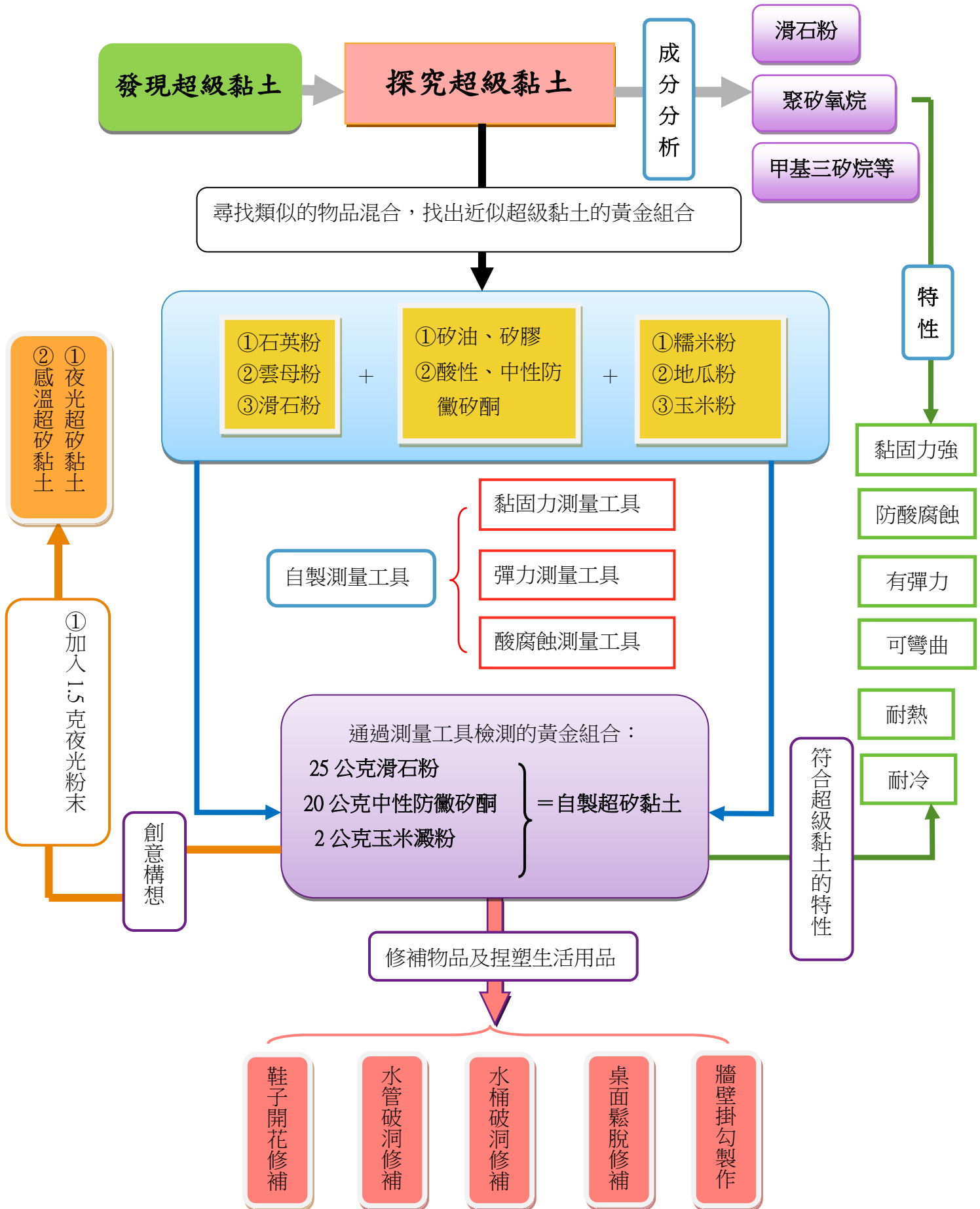
一、研究目的：

- (一) 分析及探討超級黏土的特性與成分。
- (二) 找出類似超級黏土的黃金組合。
- (三) 將類似超級黏土的組合應用在生活中，並做出夜光及感溫變色的創意超矽黏土。

二、研究問題：針對上述的研究目的，我們設計出問題以及解決問題的實驗，如下面表格

提出要探討的問題	解決問題的實驗名稱
問題 1：超級黏土具有哪些成分與特性呢？	搜集超級黏土資料並加以分析特性與成分
問題 2：如何設計出能測量自製超矽黏土是否有強黏固力的工具？	實驗 1：使用固定重量的砂包以及珍珠板進行黏固力測量工具的製作
問題 3：如何設計出能測量自製超矽黏土是否有彈力的工具？	實驗 2：使用砝碼的重量拉伸黏土彈簧進行彈力測量工具的製作
問題 4：如何設計出能測量自製超矽黏土是否防酸腐蝕的工具？	實驗 3：使用稀鹽酸以及澄清石灰水設計出酸腐蝕測量工具的製作
問題 5：礦物粉和矽油、矽膠混合後，會固化嗎？	實驗 4：(石英、雲母、滑石)+(矽油、矽膠) 觀察是否固化
問題 6：礦物粉和矽酮混合後，哪一種組合的黏固力最強並且可以防酸腐蝕？	實驗 5：(石英、雲母、滑石)+(酸性矽酮、中性防黴矽酮) 進行黏固力及酸腐蝕檢測
問題 7：礦物粉和矽酮混合後，哪一種組合的彈簧具有規律性拉長？	實驗 6：(石英、雲母、滑石)+(酸性矽酮、中性矽酮) 進行彈力檢測
問題 8：滑石粉+中性防黴矽酮+哪種植物澱粉會增強黏固力及彈力？	實驗 7：(滑石粉+中性防黴矽酮)+(糯米粉、地瓜粉、玉米粉)進行黏固力、酸腐蝕、彈力檢測
問題 9：我們自製的超矽黏土和超級黏土是否有相同的特性？	實驗 8：自製超矽黏土與超級黏土固化後的特性比一比
問題 10：是否可以用自製的超矽黏土實際修補破損鞋子等生活用品？	實驗 9：自製超矽黏土修補日常生活用品
問題 11：是否可以創意做出夜光以及感溫變色的超矽黏土？	實驗 10：自製夜光及感溫變色創意超矽黏土

參、研究架構流程圖









肆、研究設備與器材

一、三種礦物粉末和三種植物澱粉：

	石英粉	雲母粉	滑石粉	糯米粉	地瓜粉	玉米粉
相片						

二、矽油、矽膠、矽酮、夜光粉、感溫變色粉：

	矽油	矽膠	酸性矽酮	中性防黴矽酮	夜光粉	感溫變色粉
相片						

三、其他實驗材料與器材：

	稀鹽酸、澄清石灰水、量角器	矽酮槍、碗筷、夾鏈袋、珍珠板	燒杯、玻璃瓶、灌食空針、可彎吸管	掃把柄、電磁爐、溫度計、鍋子
相片				

四、自製測量工具：

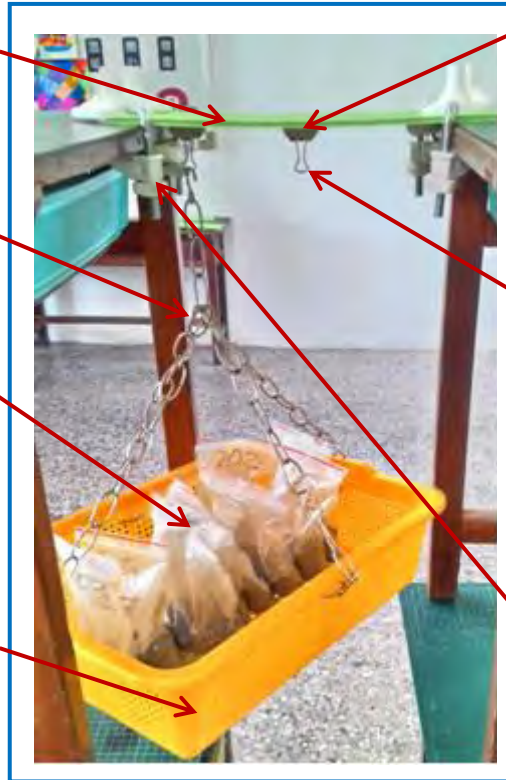
黏固力測量工具

①珍珠板：用來與超級黏土黏貼

②鐵鍊：勾住籃子與長尾夾

③砂包：用來測量超級黏土能承受多少重力 (200g)

④籃子：撐住砂包



⑤超級黏土：用黏土定型器來固定 10 公克超級黏土與珍珠板的接觸面積

⑥長尾夾：用來放入超級黏土中固化後，用鐵鍊勾住長尾夾，測試超級黏土與珍珠板的黏固力

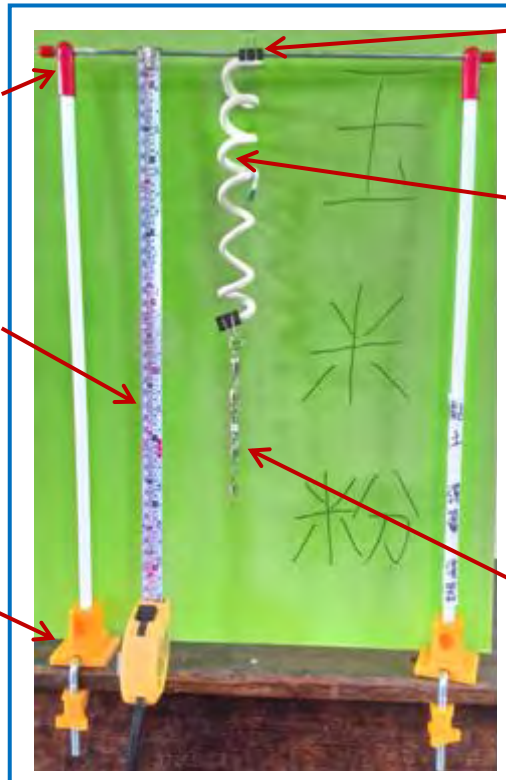
⑦固定夾：用來固定珍珠板與桌面

彈力測量工具

①固定夾：用來固定鐵棒、掛尺和黏土彈簧

②尺：用來測量黏土彈簧受到外力後拉伸的長度

③固定座：用來固定黏土彈簧、尺在鐵棒上



④長尾夾：用來固定黏土彈簧

⑤黏土彈簧：將 20 克黏土放入灌食空針，擠壓出 50cm*5mm 長條狀的黏土捲在掃把柄上 7 圈固化後取下，如下圖

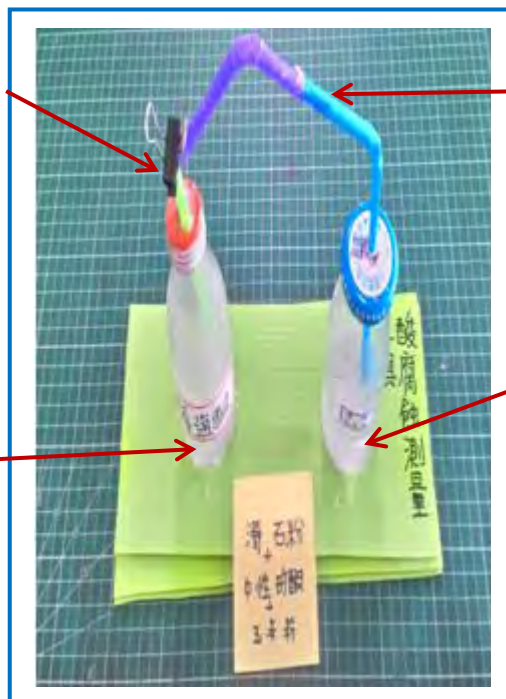
⑥砝碼：2g 的砝碼數個



酸腐蝕測量工具

①長尾夾及短吸管：從此處加入洗廁所的稀鹽酸 20 毫升後，再以長尾夾夾住，避免產生的氣體散出

②稀鹽酸與黏土：加稀鹽酸與超級黏土反應觀察是否產氣



③可彎式長吸管：可彎式長吸管引導氣體通到澄清石灰水中

④澄清石灰水與玻璃瓶：如果澄清石灰水變混濁表示超級黏土不能防酸腐蝕

伍、研究過程或方法

一、蒐集超級黏土資料並加以分析特性與成分

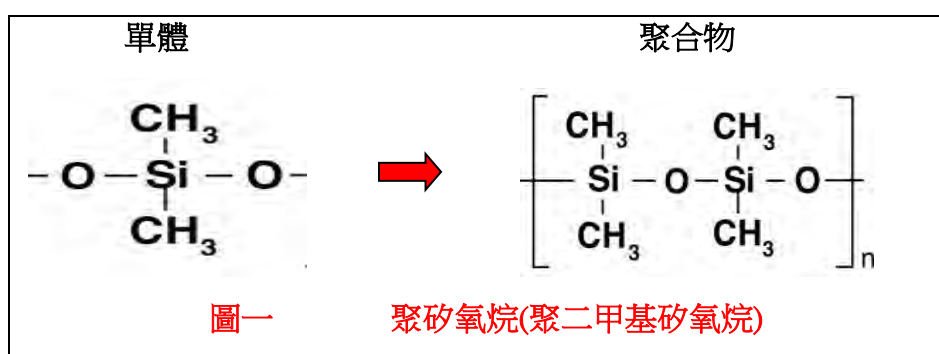
(一) 超級黏土的資料蒐集與分析：

1. 超級黏土外型像是玩的黏土，可以捏成自己喜愛的形狀黏在任何東西上。它是能夠硬化的，當您開封後半小時內能夠隨意為它塑形，用它來修改你任意想修復的物品，24 小時之後就會變得堅硬無比，但是它是具有伸縮性的，牢牢地黏合在修補的物品表面，完全能夠勝任修補的任何物品。它能夠耐熱、耐冷，它也能夠防水（包括海水），可以在-50 度到 180 度的溫度範圍內工作，會隨環境溫度的變化而改變體表溫度，但堅硬程度不會受到影響。<取自：【大紀元 2015 年 06 月 10 日訊】（大紀元記者周慧心編譯報導）>
2. 從以上報導知道，超級黏土不但可以隨意塑形，還可以用來修改任意想修復的物品，而且耐熱、耐冷、防水（還能防海水）、24 小時之後就會牢牢黏住物體還可以任意彎曲，最後它還具有彈力。我們很想知道它到底是含有什麼成分可以讓它具備這些特性，所以我們進行成分分析。

(二) 超級黏土的成分：資料蒐集知道超級黏土含有聚矽氧烷、滑石、甲基三矽烷、潤滑劑等物質。

1. 滑石：從翰林版六上的自然課本第 62、63 頁知道滑石是一種礦物質。滑石的硬度很小，摩擦後容易破碎變成粉末，因此滑石常被磨成滑石粉，廣泛應用於各方面。
2. 聚矽氧烷：蒐集資料知道聚矽氧烷又稱為矽酮、矽利康，不同的結構可以得到不同的矽氧聚合物，最常見的是聚二甲基矽氧烷。我們就到五金行買到矽油、矽膠、矽酮來做實驗。<取自：蘇瓦茲，蘇老師化學黑白講 p220~223>。<取自：艾金斯，化學元素王國之旅 p36><取自：維基百科

<https://zh.wikipedia.org/zhtw/%E7%9F%BD%E6%B0%A7%E6%A8%B9%E8%84%82>>



3. 甲基三矽烷：超級黏土還有一種成分叫做甲基三矽烷，但是甲基三矽烷不容易取得，只知道它能使滑石粉改質，使得能均勻混加在聚二甲基矽氧烷中，同時是材料之間的偶合劑。<取自：<http://www.powerchemical.net/silanes/7131.html>>

(三) 討論：

1. 從課本找了石英、雲母、滑石三種礦物粉做實驗，我們還找到糯米橋原理，可以利用植物性澱粉緊緊得黏住不同物質，所以我們上網查資料後發現，可以用糯米粉、地瓜粉、玉米澱粉的植物性澱粉來增強黏固力或是彈力。
2. 所以我們會先將三種礦物粉和矽油、矽膠、矽酮進行混合後，找出混合固化後具有強黏固力、防酸腐蝕、以及彈力。再將三種植物性澱粉加入做實驗，找出最終的黃金組合。
3. 接下來，我們要設計出可以測量的工具：黏固力測量工具、酸腐蝕測量工具、彈力測量工具。

二、自製三種測量工具：

(一) 實驗 1：黏固力測量工具的製作

1. **設計原因**：我們用相同重量，相同接觸面積的黏土黏貼在珍珠板上，如果掛的砂包越多代表黏固力越強，用這個方式檢測黏固力。
2. **設計流程**：

照片與步驟說明

				
①討論並畫出黏固力的構想圖	②秤 200g 的砂子裝入夾鏈袋中共 40 個	③連接鏈條及籃子並秤重	④製作各種礦物粉末和矽酮的黏土	⑤秤取 10 公克的超矽黏土
				
⑥黏土定形器固定黏土黏貼珍珠板的面積	⑦將長尾夾放入黏土中再拿出定形器	⑧就是等重及同等接觸面積的黏土	⑨四個固定夾固定珍珠板與桌子	⑩長尾夾掛上籃子，放入砂包測黏固力




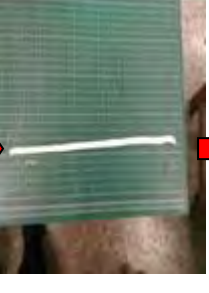

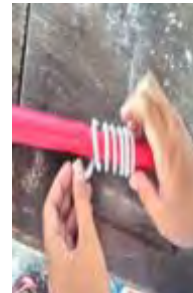

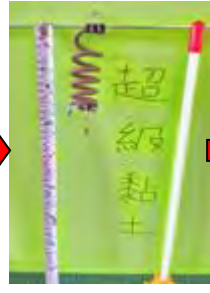


3. **遇到問題與解決**：我們在設計黏固力的測量工具，要考慮相同重量及相同接觸面積的黏土，試過許多方式後，最後決定採用上述的方式。

(二) 實驗 2：彈力測量工具的製作

1. **設計原因**：自然課本康軒版五上的第 88、89 頁說到虎克定律，當彈性體受外力愈

大，就會壓得愈扁或拉得愈長，例如：彈簧。超級黏土可以做成彈簧狀，而且加上外力後拉伸的長度具有規律性變化具有彈力，所以我們自製的黏土彈簧也應該具備這樣特性。

2. 設計流程：



照片與步驟說明					
	① 討論並畫出彈力測量工具構想圖	② 25g 粉末加 20g 的矽酮攪拌均勻	③ 20g 黏土在空針內擠出 (50cm*5mm)	④ 擠好的黏土彈簧等表面稍微固化	⑤ 將黏土纏繞在掃把柄上 7 圈
					
	⑥ 24 小時固化後取下就是黏土彈簧	⑦ 將固定座的裝置固定在桌上	⑧ 再將黏土彈簧一端夾在長尾夾上	⑨ 一端掛砝碼紀錄拉伸及彈回長度	⑩ 做到砝碼 18g 彈簧長度拉伸不變為止

3. 遇到問題與解決：這個測量工具的設計，我們想了很久一直想不出來，後來想到可以做成黏土彈簧，我們先將超級黏土做成彈簧，超級黏土彈簧掛上砝碼後具有規律性拉長及彈回，所以我們要做出受力後和超級黏土一樣有規律性的黏土。

(三) 實驗 3：酸腐蝕測量工具的製作

1. 設計原因：我們在自然課本翰林版五上的 75、76 頁看到檢驗二氧化碳方法，依照這個方法將我們做的物品放入玻璃瓶再加入稀鹽酸放置一天，如果黏土表面起泡，並且產生二氧化碳通過澄清石灰水變混濁，就代表這個物品不能防酸腐蝕。

2. 設計流程：

照片與步驟說明					
	① 討論畫出酸腐蝕測量工具構想圖	② 先將珍珠板挖洞，黏住玻璃瓶	③ 瓶蓋挖洞放吸管用保麗龍膠封住	④ 另一個瓶蓋也挖洞放吸管封住	⑤ 放黏土及稀鹽酸並觀察澄清石灰水

3. **遇到問題與解決**：在設計過程，我們要想辦法收集產生的氣體，並將氣體直接連接到澄清石灰水，所以我們就利用可彎式吸管從瓶蓋連接到澄清石灰水

三、自製滑石超矽黏土：有了測量工具的設備之後，我們就要開始自製超矽黏土了。

(一) 實驗 4：(石英粉、雲母粉、滑石粉)+(矽油、矽膠) 觀察是否固化

1. **實驗原因**：我們先將石英粉、雲母粉、滑石粉和矽油、矽膠混合，看看可不可以成為黏土，可不可以固化。

2. 實驗流程：

照片與步驟說明					
	① 秤取礦物粉末 25 公克	② 分別加入矽油、矽膠 20 毫升	③ 充分混合並觀察是否捏塑成形	④ 礦物粉末和矽油混合成爛泥巴	⑤ 礦物粉末和矽膠混合會成形但不會固化

3. **分析與討論**：實驗證明矽油和矽膠不是超級黏土成分中的聚矽氧烷，因為不會固化，接著我們再用矽酮進行實驗看看。

(二) **實驗 5：(石英粉、雲母粉、滑石粉)+(酸性、中性防黴矽酮) 進行黏固力及酸腐蝕檢測**

1. **實驗原因**：我們將石英粉、雲母粉、滑石粉和酸性矽酮及中性防黴矽酮混合，看看可不可以捏塑成形，再進行黏固力以及酸腐蝕檢測。
2. **實驗流程**：黏固力和酸腐蝕流程

照片與步驟說明	
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 18%;"> ①取礦物粉末 25 公克加入矽酮 20 公克 </div> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 18%;"> ②礦物粉與矽酮充分混合後秤取 10g 黏土 </div> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 18%;"> ③放入長尾夾固定面積黏貼珍珠板重複做三次 </div> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 18%;"> ④放置一星期後利用測量工具測黏固力 </div> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 18%;"> ⑤取 10g 黏土使用酸腐蝕工具測量是否防酸腐蝕 </div> </div>
實驗中的發現	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; background-color: #fff9c4; padding: 10px; margin-top: 10px;"> 石英粉、雲母粉、滑石粉和酸性矽酮很難捏塑成形，很勉強才把他們固定在珍珠板，一星期後所有加酸性矽酮的全都掉落了。 </div>

3. **實驗結果**：

(1) **表一 黏固力檢測**

	石英粉+ 中性防黴矽酮	雲母粉+ 中性防黴矽酮	滑石粉+ 中性防黴矽酮
黏固力			

一	4900g~5100g	3300g~3500g	6700g~6900g
二	3900g~4100g	3500g~3700g	5300g~5500g
三	4500g~4700g	4300g~4500g	5700g~5900g
平均	4533 公克	3800 公克	6000 公克
黏固力比較圖	<p>三種礦物粉和中性防黴矽酮混合後的黏固力檢測比較</p>		
	<p>圖(二) 黏固力比較圖 黏固力最強：滑石粉+中性防黴矽酮</p>		

(2) 表二 酸腐蝕檢測

	石英粉+酸性矽酮	雲母粉+酸性矽酮	滑石粉+酸性矽酮
酸腐蝕			
說明	黏土表面沒有冒泡，澄清石灰水依舊澄清 所以可以防酸腐蝕	黏土表面沒有冒泡，澄清石灰水依舊澄清 所以可以防酸腐蝕	黏土表面沒有冒泡，澄清石灰水依舊澄清 所以可以防酸腐蝕
	石英粉+中性防黴矽酮	雲母粉+中性防黴矽酮	滑石粉+中性防黴矽酮
酸腐蝕			

說明	黏土表面沒有冒泡，澄清石灰水依舊澄清 所以可以防酸腐蝕	黏土表面沒有冒泡，澄清石灰水依舊澄清 所以可以防酸腐蝕	黏土表面沒有冒泡，澄清石灰水依舊澄清 所以可以防酸腐蝕
----	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

4. **分析與討論：**








(1) 由表一及圖(二)可以知道，中性防黴矽酮比較能與礦物粉末均勻混合，黏固力比較強，但是會黏手。而酸性矽酮有一股很濃的酸味道，而且和礦物粉末也一直無法很均勻混合，黏在珍珠板，馬上就掉落，**所以我們選擇中性防黴矽酮。**

(2) 由表二來看，它們都能防酸腐蝕，所以滑石粉加中性防黴矽酮的黏固力是 6000 公克是最強的，也能防酸腐蝕，所以我們**選擇滑石粉+中性防黴矽酮**，但是必須改善黏手的問題。

(三) 實驗 6：(石英粉、雲母粉、滑石粉)+(酸性矽酮、中性防黴矽酮) 進行彈力檢測

1. **實驗原因：**我們將石英粉、雲母粉、滑石粉和酸性矽酮及中性防黴矽酮混合後做成彈簧，再與超級黏土彈簧進行彈力檢測比較。

2. **實驗流程：**彈力實驗流程

照片與步驟說明					
	①秤取礦物粉末 25 公克加矽酮 20 公克混合均勻	②取 20g 黏土放在空針內擠出(50cm*5mm)的長度	③將步驟②纏繞在掃把柄上 7 圈，固化後取下	④取下的黏土彈簧不可以有裂痕，不然要重做	⑤再將黏土彈簧裝置成彈力實驗，進行檢測
	實驗中的發現		石英和中性防黴矽酮混合做出的彈簧已經裂開無法進行彈力檢測		石英和酸性矽酮混合做出的彈簧已經裂開無法進行彈力檢測

3. 實驗結果：

表三 彈力檢測

彈力	超級黏土		雲母粉+ 酸性矽酮		滑石粉+ 酸性矽酮		雲母粉+ 中性防黴矽酮		滑石粉+ 中性防黴矽酮	
	拉伸點	彈回點	拉伸點	彈回點	拉伸點	彈回點	拉伸點	彈回點	拉伸點	彈回點
原長	10.5cm		23cm		30cm		27cm		37cm	
2g	11cm	10.5 cm	24 cm	23 cm	33.5 cm	32 cm	29 cm	28 cm	38 cm	37 cm
4g	11.5cm	10.5 cm	25 cm	23 cm	36 cm	33 cm	30 cm	28 cm	39 cm	37 cm
6g	12cm	10.5 cm	27 cm	23.5 cm	38 cm	34 cm	31 cm	29 cm	40 cm	38 cm
8g	12.5cm	10.5 cm	28 cm	24 cm	40 cm	35 cm	32.5 cm	30 cm	41 cm	38.5 cm
10g	13cm	10.5 cm	29.5 cm	24.5 cm	41 cm	35 cm	33.5 cm	30 cm	42.5 cm	39 cm
12 g	13.5cm	10.5 cm	31 cm	24.5 cm	42 cm	35 cm	35 cm	30.5 cm	43.5 cm	40 cm
14 g	14cm	10.5 cm	32 cm	25 cm	43 cm	35 cm	35.5 cm	31 cm	44 cm	40 cm
16 g	14.5cm	10.5 cm	32.5 cm	25.5 cm	43.5 cm	35 cm	36 cm	31 cm	44.5 cm	41 cm
18 g	15cm	10.5 cm	34 cm	27 cm	44 cm	37 cm	36.5 cm	32.5 cm	45 cm	41 cm

4. 分析與討論：

- 從表三可以知道，雲母粉、滑石粉和酸性矽酮及中性防黴矽酮所做出來的彈簧，都不像超級黏土一樣有規律性的拉伸，而且也都彈性疲乏了。
- 我們將上述的實驗 5、6 做成表格進行比較：

表四 三種檢測比較表

種類	石英粉+ 酸性矽酮	雲母粉+ 酸性矽酮	滑石粉+ 酸性矽酮	石英粉+ 中性防黴 矽酮	雲母粉+ 中性防黴 矽酮	滑石粉+ 中性防黴 矽酮
黏固力測量 (公克)	0 公克	0 公克	0 公克	4533 公克	3800 公克	6000 公克
酸腐蝕測量	防酸腐蝕	防酸腐蝕	防酸腐蝕	防酸腐蝕	防酸腐蝕	防酸腐蝕
彈力測量	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律

(3) 我們發現滑石粉加中性防黴矽酮的黏固力最強，也能防酸腐蝕。但是做成彈簧後，不像超級黏土一樣具有規律性拉伸及彈回，而且也會黏手，所以我們接下來的實驗就是要改善這個問題。

(四) **實驗 7：(滑石粉+中性防黴矽酮)+(糯米粉、地瓜粉、玉米粉)進行檢測**

1. **實驗原因**：25 公克滑石粉加 20 公克中性防黴矽酮做出的黏固力最強，也能耐酸腐蝕，但是做成彈簧都沒有規律性，而且也有黏手的問題，於是我們想到糯米橋原理，像糯米這種植物性澱粉有韌性，所以我們想如果試著加入三種植物性澱粉，看看是不是可以改善黏手問題，做成的彈簧拉伸及彈回也有規律性。

2. **實驗流程**：

(1) 黏固力和酸腐蝕流程

照片與步驟說明						
	①秤取滑石粉 25 公克加入中性防黴矽酮 20 公克	②將 2 公克植物澱粉充分混合並捏塑成形	③10g 黏土固定面積黏貼珍珠板，重複做三次	④放入長尾夾放置一星期後測黏固力	⑤取 10g 黏土使用酸腐蝕工具測量是否耐酸	
		加了玉米粉的滑石矽酮，比較好攪拌，感覺比較硬			加了玉米粉的滑石矽酮，比較容易捏塑，也比較不黏手	
		實驗中的發現			實驗中的發現	

(2) 彈力實驗流程

照片與步驟說明	
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> <p>①滑石粉 25g+中性防黴矽酮 20g+植物澱粉 2g</p> </div> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> <p>②取 20g 黏土 放在空針內擠出(50cm*5mm) 的長度</p> </div> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> <p>③將步驟② 纏繞在掃把柄上 7 圈， 固化後取下</p> </div> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> <p>④取下後的 加了三種植 物性澱粉的 彈簧</p> </div> <div style="border: 1px solid green; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> <p>⑤再將黏土 彈簧裝置成 彈力實驗， 進行檢測</p> </div> </div>
實驗中的發現	<div style="border: 1px solid yellow; border-radius: 15px; padding: 10px; margin-left: 20px; width: fit-content;"> <p>三种植物性澱粉彈簧和超級黏土彈簧外形比較，加了玉米粉的比較類似超級黏土彈簧</p> </div>

3. 實驗結果：

(1)

表五 黏固力檢測

	滑石粉+防黴矽酮+糯米粉	滑石粉+防黴矽酮+地瓜粉	滑石粉+防黴矽酮+玉米粉
黏固力			
一	6700g~6900g	7100g~7300g	7300g~7500g
二	6500g~6700g	6900g~7100g	7100g~7300g

三	6700g~6900g	6700g~6900g	7100g~7300g
平均	6733g	7000g	7266g
黏固力比較圖			
	<p>三种植物性澱粉和滑石粉+中性防黴矽酮混合後的黏固力檢測</p> <p>圖(五) 黏固力比較圖 黏固力最強：滑石粉+中性防黴矽酮+玉米粉</p>		

(2) 表六 酸腐蝕檢測

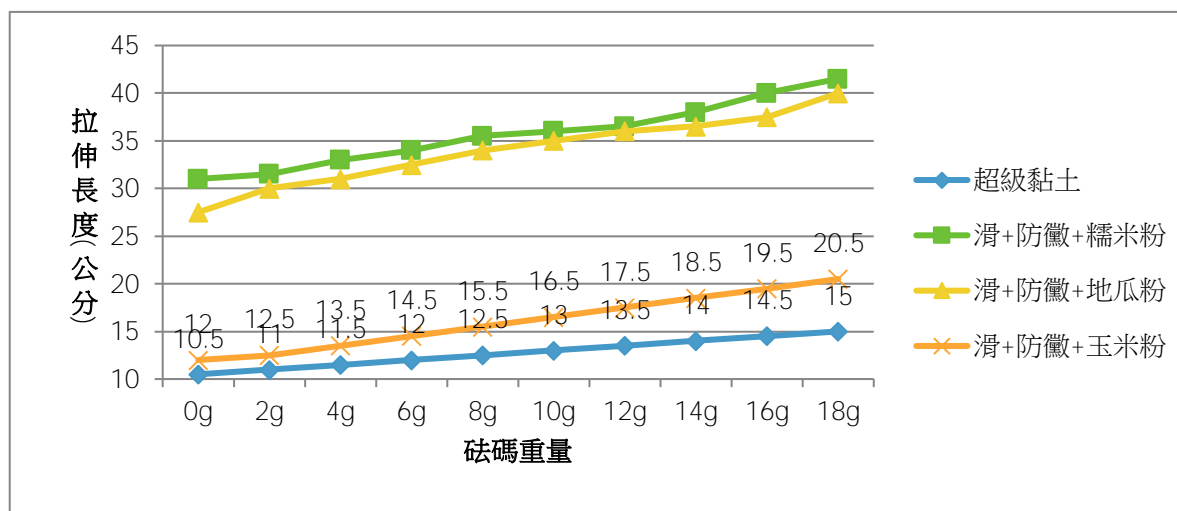
	滑石粉+防黴矽酮+糯米粉	滑石粉+防黴矽酮+地瓜粉	滑石粉+防黴矽酮+玉米粉
酸腐蝕			
說明	黏土表面沒有冒泡，澄清石灰水依舊澄清 所以可以防酸腐蝕	黏土表面沒有冒泡，澄清石灰水依舊澄清 所以可以防酸腐蝕	黏土表面沒有冒泡，澄清石灰水依舊澄清 所以可以防酸腐蝕

(3) 表七 彈力檢測

	滑石粉+中性防黴矽酮+糯米粉	滑石粉+中性防黴矽酮+地瓜粉	滑石粉+中性防黴矽酮+玉米粉	超級黏土
彈力				

	拉伸點	彈回點	拉伸點	彈回點	拉伸點	彈回點	拉伸點	彈回點
原長	31 cm		27.5cm		12 cm		10.5cm	
2g	31.5 cm	31 cm	30cm	28 cm	12.5 cm	12 cm	11cm	10.5 cm
4g	33 cm	32 cm	31 cm	30.5cm	13.5 cm	12 cm	11.5cm	10.5 cm
6g	34 cm	32 cm	32.5 cm	31 cm	14.5 cm	12 cm	12cm	10.5 cm
8g	35.5 cm	32 cm	34 cm	31 cm	15.5 cm	12 cm	12.5cm	10.5 cm
10g	36 cm	32.5 cm	35 cm	31.5 cm	16.5 cm	12 cm	13cm	10.5 cm
12 g	36.5 cm	33.5 cm	36 cm	32 cm	17.5 cm	12 cm	13.5cm	10.5 cm
14 g	38 cm	34 cm	36.5 cm	32 cm	18.5 cm	12 cm	14cm	10.5 cm
16 g	40 cm	35.5 cm	37.5 cm	32.5 cm	19.5 cm	12 cm	14.5cm	10.5 cm
18 g	41.5 cm	36 cm	40 cm	33 cm	20.5 cm	12 cm	15cm	10.5 cm

拉伸長度比較圖



圖(四)拉伸長度比較圖 彈簧拉伸具規律性：超級黏土/滑+防黴+玉米粉

4. 分析與討論：

- (1) 從表五和圖(三)可以知道，加了三種植物性澱粉後，都能增加黏固力，加糯米粉後黏固力增加 300 公克，加地瓜粉後黏固力增加 1000 公克，加了玉米澱粉後黏固力增加最多，增加了 1266 公克。
- (2) 從表七和圖(四)可以知道，加了 2 公克的玉米澱粉，做出來的彈簧掛上砵碼測拉伸的長度是有規律性拉長的，而且都能彈回原本的長度，表示沒有彈性疲乏，這和超級黏土是一樣的。
- (3) 我們將上述的實驗做成表格進行比較：

表八 滑石粉+中性防黴矽酮+三种植物性澱粉的檢測比較表

種類	滑石粉+中性防黴矽酮 +糯米粉	滑石粉+中性防黴矽酮 +地瓜粉	滑石粉+中性防黴矽酮 +玉米粉
黏固力測量	6300g	7000g	7266g
酸腐蝕測量	防酸腐蝕	防酸腐蝕	防酸腐蝕
彈力測量	沒有規律性	沒有規律性	有規律性

(4) 加入植物性澱粉確實比只有 25 公克滑石粉加 20 公克中性防黴矽酮的黏固力強，尤其是加入玉米澱粉後，不但增加黏固力也改善黏手問題，更使得彈簧有規律性拉伸及彈回，所以我們自製超矽黏土組成是：25 公克滑石粉加 20 公克中性防黴矽酮加 2 克玉米澱粉。

(五) 實驗 8：自製超矽黏土與超級黏土固化後的特性比一比

1. 室溫下的黏固力、酸腐蝕特性

(1) 實驗原因：從上面的實驗我們知道，自製超矽黏土做出彈簧跟超級黏土類似有規律性拉伸及彈回。我們想知道自製超矽黏土的黏固力和防酸腐蝕特性是不是類似超級黏土？所以接下來我們進行的實驗是測出超級黏土黏固力及酸腐蝕。

(2) 實驗流程：

照片與步驟說明			
	①超級黏土 10g 放入長尾夾固定面積黏貼珍珠板	②放置一星期後利用測量工具測黏固力	③取 10g 固化後超級黏土測量是否防酸腐蝕

(3) 實驗結果：

表九 超級黏土和超矽黏土室溫下的黏固力、酸腐蝕檢測






	超級黏土	超矽黏土
黏固力		
一	7500g~7700g	7300g~7500g
二	7300g~7500g	7100g~7300g
三	7500g~7700g	7100g~7300g
平均	7466 公克	7266 公克
酸腐蝕		
	超級黏土表面沒冒泡， 石灰水依舊澄清，能防酸腐蝕	超矽黏土表面沒冒泡， 石灰水依舊澄清，能防酸腐蝕

- (4) **分析與討論**：我們發現 10 公克的自製超矽黏土黏固力是 7266 公克，而 10 公克的超級黏土黏固力是 7466 公克，所以兩者的黏固力接近。自製超矽黏土放入稀鹽酸中跟超級黏土一樣，黏土表面並沒有起泡，而且澄清石灰水依舊澄清，所以兩者都能防酸腐蝕。

2. 耐熱特性

- (1) **實驗原因**：為了證明自製超矽黏土和超級黏土一樣固化後加熱仍舊不影響黏固力，於是我們設計「耐熱實驗」。
- (2) **實驗方法**：10 克的自製超矽黏土和超級黏土固化後，直接放在鐵鍋中以熱水加熱到 100 度後維持 5 分鐘，觀察加熱過程的變化，取出降溫後測黏固力。

(3) 實驗流程：

照片與步驟說明	   
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid purple; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> <p>① 珍珠板上固化的超級及超矽黏土放入熱水中</p> </div> <div style="border: 1px solid purple; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> <p>② 放入溫度計加熱到 100 度後維持 5 分鐘</p> </div> <div style="border: 1px solid purple; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> <p>③ 珍珠板上超級及超矽黏土加熱後拿出</p> </div> <div style="border: 1px solid purple; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 20%;"> <p>④ 取出珍珠板降溫後測黏固力</p> </div> </div>
實驗中的發現	 <div style="border: 1px solid yellow; border-radius: 15px; padding: 10px; margin-left: 20px; background-color: #fff9c4;"> <p>加熱過程中，超矽黏土和超級黏土一樣，沒有溶解，沒有任何其他的變化</p> </div>

(4) 實驗結果：

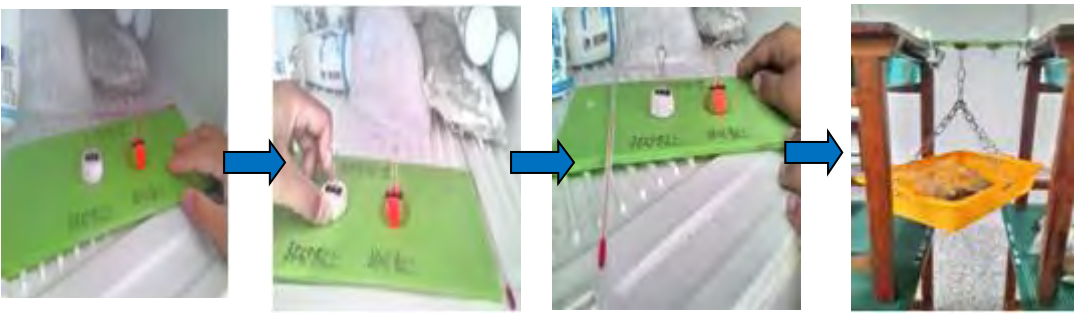

表十 超級黏土與自製超矽黏土固化加熱後的黏固力檢測

	超級黏土	超矽黏土
加熱後黏固力一		
二	7100g~7300g	7300g~7500g
三	6900g~7100g	7300g~7500g
平均	7100g~7300g	7100g~7300g
	7133g	7333g

- (5) **分析與討論**：我們發現加熱後再做黏固力，自製超矽黏土黏固力是 7333 公克，而超級黏土黏固力是 7133 公克，兩者的黏固力和室溫時的黏固力接近，自製超矽黏土和超級黏土一樣固化後加熱，黏固力依舊與未加熱差不多，所以二者都耐熱。



3. 耐冷特性

- (1) **實驗原因**：為了證明自製超矽黏土和超級黏土一樣固化後冷凍仍舊不影響黏固力，於是我們設計「耐冷實驗」。
- (2) **實驗方法**：將 10 克自製超矽黏土和超級黏土固化後，放在溫度零下 4 度冷凍庫觀察變化，24 小時後拿出來回溫再進行黏固力實驗。
- (3) **實驗流程**：

照片與步驟說明	
	<p>① 固化的超級及超矽黏土放入零下四度冷凍庫</p> <p>② 24 小時觀察冷凍過程中黏土的變化</p> <p>③ 取出超級及超矽黏土放室溫下解凍</p> <p>④ 解凍後利用測量工具測黏固力</p>
實驗中的發現	 <p>冷凍過程中，超矽黏土和超級黏土一樣，沒有任何變化</p>

- (4) **實驗結果**：

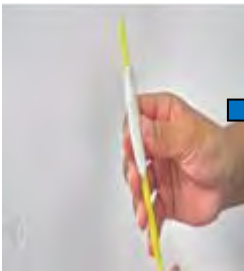



表十一 超級黏土與自製超矽黏土固化冷凍後的黏固力檢測

	超級黏土	超矽黏土
冷凍後黏固力		
一	7300g~7500g	6900g~7100g
二	7300g~7500g	6900g~7100g
三	7500g~7700g	6700g~6900g
平均	7466g	6933g

- (5) **分析與討論**：放到零下四度一天後，自製超矽黏土黏固力是 6933 公克，而超級黏土黏固力是 7466 公克，兩者的黏固力和室溫時的黏固力接近，所以自製超矽黏土和超級黏土一樣固化後冷凍，黏固力依舊與未冷凍差不多，所以二者都耐冷。


4. 可彎曲特性

- (1) **實驗原因**：為了證明自製超矽黏土和超級黏土一樣固化後具有可以彎曲的特性，於是我們設計「可彎曲實驗」。
- (2) **實驗方法**：將 5 克的黏土，分別黏貼在可彎式吸管外圍，24 小時固化後在量角器上彎曲有黏土的吸管，觀察吸管上黏土彎曲的角度。
- (3) **實驗流程**：

照片與步驟說明				
	①5 克超級黏土黏在可彎式吸管的彎處	②5 克超矽黏土黏在可彎式吸管的彎處	③24 小時後觀察黏土是否黏住吸管是否變硬	④用量角器測量彎曲角度

(4) 實驗結果：

表十二 超級黏土與自製超矽黏土可彎曲實驗紀錄

	超級黏土	超矽黏土
照片		
角度	180 度	180 度

(5) 分析與討論：超級黏土及超矽黏土固化後彎曲 180 度，依舊沒有產生斷裂或是掉落，所以二種黏土固化後都具有可彎曲性。

(六) 實驗討論：

1. 綜合實驗 4~7，我們做成表格如下：

表十三 三種礦物粉+聚矽氧烷+三種植物性澱粉的檢測比較表

種類	矽油			矽膠			酸性矽酮			中性防黴矽酮					
	石 英	雲 母	滑 石	石 英	雲 母	滑 石	石 英	雲 母	滑 石	石 英	雲 母	滑 石	滑石		
													糯米粉	地瓜粉	玉米粉
黏固力	呈現爛泥狀			無法固化			×	×	×	4533	3800	6000	6300	7000	7266
酸腐蝕							○	○	○	○	○	○	○	○	○
彈力							×	○	○	○	○	○	○	○	○
							無法製作	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律	有規律

2. 上面的表十三可以知道，25g 滑石粉加 20g 中性防黴矽酮加 2g 玉米澱粉混合後的黏固力是最強的，而且防酸腐蝕，尤其做出的彈簧是唯一具有規律性的。

3. 實驗 8，我們做成表格如下：

表十四 超級黏土及超矽黏土的特性比較表

	室溫下的黏固力(30°C)	加熱後的黏固力 (100°C)	冷凍後的黏固力(-4°C)	做成彈簧後的彈力	固化後的彎曲性	防酸腐蝕
超級黏土	7466g	7133g	7466g	有規律性	180度	可以
超矽黏土	7266g	7333g	6933g	有規律性	180度	可以

黏固力比較圖

黏固力強度(公克)

室溫下黏固力 加熱後黏固力 冷凍後黏固力

■ 超級黏土 ■ 超矽黏土

超級黏土及超矽黏土不同溫度下的黏固力檢測

圖(五)超級黏土及超矽黏土不同溫度下黏固力比較圖

- 從上面的表十四及圖五可以知道，無論在 30°C、-4°C、100°C 下，超級黏土及超矽黏土都能維持在大約 7000 公克的黏固力，所以超級黏土及超矽黏土固化後的黏固力不受溫度的影響。
- 綜合以上，自製超矽黏土是最類似超級黏土的黃金組合，具有強黏固力、能防水及防腐蝕、耐冷及耐熱，做成彈簧受力後有規律性拉長及彈回，固化後可以彎曲，裝在夾鏈袋擠出空氣放在冷凍庫可以保存。

四、創意超矽黏土

(一) 實驗 9：自製超矽黏土修補日常生活用品

- 實驗原因**：接著我們要將自製的超矽黏土用於修補破損的物品，也可以塑出自己想要的生活用品等，不但黏力強而且可以輕易地拆下來，不會殘留在物品上。
- 實驗流程**：

照片與步驟說明					
	① 鞋底開花可以用超矽黏土修補	② 學校水管破洞噴水可以黏貼修補	③ 教室水桶底部破洞可以黏貼修補	④ 教室桌子桌面分離可以黏貼修補	⑤ 捏塑出掛勾黏貼於廚房牆壁掛物品使用

3. **實驗結果：**


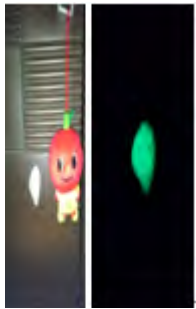
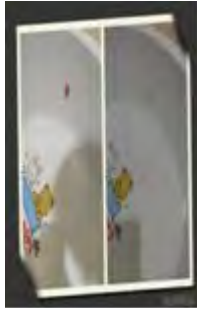


照片					
	說明	開口笑破損的鞋子已經修補完成	破洞且漏水的水管已經可以使用	水桶修補後可以裝6公升的水	修補完成後桌面不再和桌腳分離

(二) **實驗 10：自製夜光及感溫變色創意超矽黏土**

1. **實驗原因：**我們將夜光粉末加入超矽黏土中，做成夜光超矽黏土，黑暗中可以提醒自己及他人。另外，還將感溫粉末加入超矽黏土中，做成感溫變色超矽黏土，提醒自己不被燙到，拆下來也不會殘留，用不完的超矽黏土還可以冰在冷凍庫保存。我們還將感溫變色超矽黏土做成紀念章，送給六年級即將畢業的學長姐及師長。希望大家能將自製超矽黏土推廣到家中，修補破損物品，不要破一小洞就要買新的。
2. **實驗流程：**

照片與步驟說明					
	①1.5g 夜光粉加入超矽黏土攪拌均勻	②1.5g 感溫變色粉加入超矽黏土攪拌	③43 度感溫超矽黏土黏貼在浴缸	④31 度感溫超矽黏土黏貼杯子等	⑤感溫變色超矽黏土做成紀念章




3. 實驗結果：

照片					
	說明	夜光超矽黏土鞋子在黑暗中發光	黑暗房間門上發光的夜光黏土	要注意浴缸裡的水溫超過 43 度	杯子中的開水超過 31 度會燙口

(三) 實驗討論：

1. 自製的滑石超矽黏土不但可以修補物品，還可以自製生活用品，更可以做成夜光及感溫變色的功能，我們覺得不但有趣又經濟實用。
2. 我們搜尋資料並以圖解說明，夜光會在黑暗中發亮以及感溫變色的原因：<取自：大愛電視台，看見溫度感溫變色，2014>。

表十五 夜光及感溫變色圖解表

	夜光超矽黏土	低溫時的感溫超矽黏土	高溫時的感溫超矽黏土
原因圖解			
說明	夜光粉會吸收各種光之後儲存起來，在黑暗處釋放儲存的光，就會自動發光	感溫超矽黏土溫度低時，消色劑呈現凝固狀，顯色劑會和色素結合在一起顯色	溫度高時，消色劑變液體，顯色劑和色素分離，分散在消色劑中，顏色消失

陸、研究結論

- 一、超級黏土的成分有滑石、聚矽氧烷、甲基三矽烷等。我們蒐集資料結果知道，聚矽氧烷可分為矽油、矽膠、矽酮三類，所以我們用矽油、矽膠、酸性矽酮、中性防黴矽酮四種進行實驗。
- 二、我們設計出三種檢測工具，分別是黏固力測量工具、酸腐蝕測量工具、彈力測量工具，黏固力測量工具是在相同重量、相同接觸面積下，測黏土的黏固力；酸腐蝕測量工具則是檢測黏土與稀鹽酸反應後，如果澄清石灰水依舊透明，代表黏土能防酸腐蝕；彈力測量工具是做出相等長度及粗細一樣的黏土彈簧，測試看看受力後黏土彈簧是否規律性的拉伸及彈回。
- 三、石英粉、雲母粉、滑石粉和矽油混合會像軟爛的泥狀不會固化，所以矽油不適合使用。石英粉、雲母粉、滑石粉和矽膠混合，大致上可以捏塑成形，但一段時間後就會癱軟不會固化，所以矽膠也不適合使用。
- 四、石英粉、雲母粉、滑石粉和酸性矽酮混合，雖然會固化但是很快就脫落沒有黏固力，所以酸性矽酮也不適合使用。

五、石英粉、雲母粉、滑石粉和中性防黴矽酮混合，黏固力是滑石粉最強能承受 6000 公克的重量，能耐稀鹽酸腐蝕，所以滑石粉加中性防黴矽酮適合使用。但是做出的彈簧沒有規律性拉伸及彈回，也有黏手的問題，所以這是我們接下來要解決的問題。

六、我們想到糯米橋原理運用植物性澱粉的韌性，所以我們加入三种植物性澱粉，分別是糯米粉、地瓜粉、玉米粉，和滑石粉和中性防黴矽酮混合，結果發現加入玉米粉不但增強黏固力，能耐稀鹽酸腐蝕，做成的彈簧拉伸及彈回也有規律性。

七、25 公克滑石加 20 公克中性防黴矽酮加 2 公克的玉米粉混合而成的自製超矽黏土，和超級黏土一樣具有強黏固力、有彈力、固化後可彎曲、防酸腐蝕，溫度對超矽黏土的黏固力並沒有影響。

八、自製超矽黏土不但可修補鞋子、鞋底、水桶、水管、桌子、做掛勾等，我們還做出夜光超矽黏土黏貼在鞋子、桌角或做成小夜燈做夜光提示；以及感溫變色超矽黏土黏在杯子、浴缸提醒我們注意溫度，重要的是自製超矽黏土不像超級黏土那麼昂貴又能達到相同的效果，不但節省資源又經濟實用，而且我們還將它推廣到全校，真是一舉數得！

九、最後，我們將自製超矽黏土的特色用圖像呈現，並加以說明：



1. 滑石粉、矽酮、玉米粉這些材料都是容易取得，而且成本低，不必花錢買昂貴的國外超級黏土，只要跟著我們自製超矽黏土就可以輕鬆達到相同效果。
2. 我們自製超矽黏土，沒有刺鼻的化學味道，而且取用的滑石粉和玉米粉都是天然礦物粉及植物澱粉，對自然環境既環保又友善。
3. 超矽黏土不但可以修補物品，還可以做出更多創意的產品，感溫黏土可以包住磁鐵做成掛勾貼於冰箱，既可以掛東西又可以觀察天氣溫度變化。
4. 我們將它推廣到全校後，家長發現我們的超矽黏土很實用又便宜，具有可商品化的價值，還建議我們可以申請專利。

柒、參考資料及其他

- 一、自然與生活科技六上、五上，翰林出版社，2016。
- 二、自然與生活科技五上，康軒出版社，2016。
- 三、蘇瓦茲，蘇老師化學黑白講，遠見天下文化出版股份有限公司，2013。
- 四、艾金斯，化學元素王國之旅，遠見天下文化出版股份有限公司，2014。
- 五、大愛電視台，看見溫度感溫變色，2014。
- 六、大紀元 2015 年 06 月 10 日訊：大紀元記者周慧心編譯報導。
- 七、維基百科：<https://zh.wikipedia.org/zhtw/%E7%9F%BD%E6%B0%A7%E6%A8%B9%E8%84%82>
- 八、維基百科：<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%BB%91%E7%9F%B3>
- 九、力化學網：<http://www.powerchemical.net/silanes/7131.html>

【評語】 080206

以滑石粉和中性防黴矽酮混合並加入玉米粉自製成超矽黏土，其彈力與黏固力與市售超級黏土相似，從生活議題出發，遇問題，尋找解決替代品，符合學生經驗，針對 11 個研究問題，分別設定文獻探討及 10 個實驗設計進行驗證及創意構想，實驗內容完整，考量面向周延深入，利用小學實驗室容易取得之材料設計並組合成測量工具（黏固力、酸腐蝕及彈力），並調配產品，製造各種生活特色功能用品，具創意及實用價值，符合科學探究問題模式，值得肯定。

作品海報

壹、研究動機

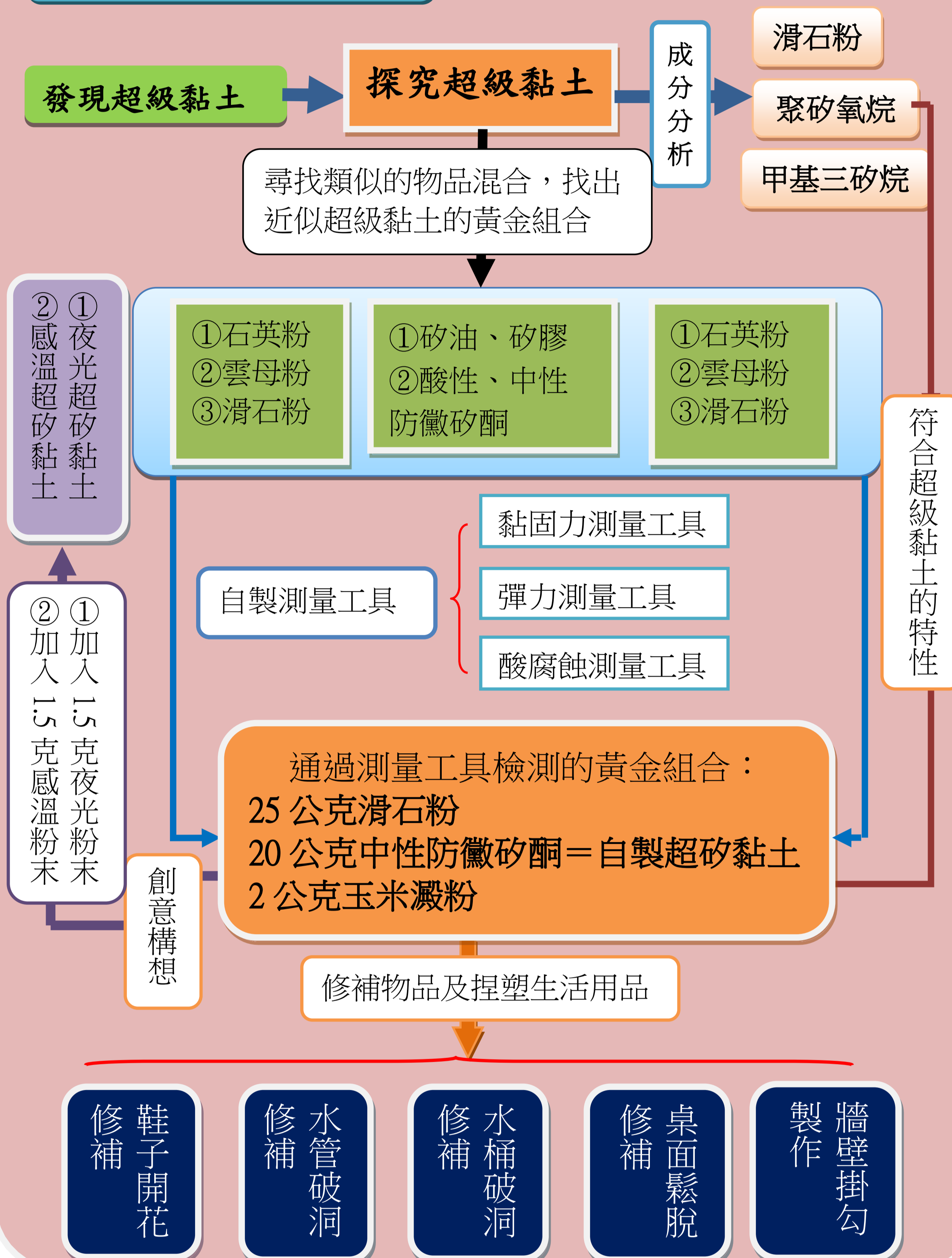
有一次上課時，我的鞋子開口笑了，原本想要把鞋子丟掉，老師告訴我說：「有一種土是超級黏土，可以修補任何破損的物品。」老師還說這裡面的成分之一是爽身粉的成分~滑石，但是這個不便宜喔！

滑石居然可以做出有如此神奇黏力的超級黏土呀！我看過哥哥的六年級自然課本第三單元「地表的變化」，裡面介紹許多岩石與礦物，而滑石就是其中一種，它是一種硬度小的礦物，一摩擦就會變成粉末。脆弱的滑石怎麼樣才可以成為牢牢地黏合物品的超級黏土呢？我們決定對這個神奇黏力徹底研究一番。

貳、研究目的

- (一)分析及探討超級黏土的特性與成分。
- (二)找出類似超級黏土的黃金組合。
- (三)將自製超黏土應用在生活中，並做出夜光及感溫變色的創意超黏土。

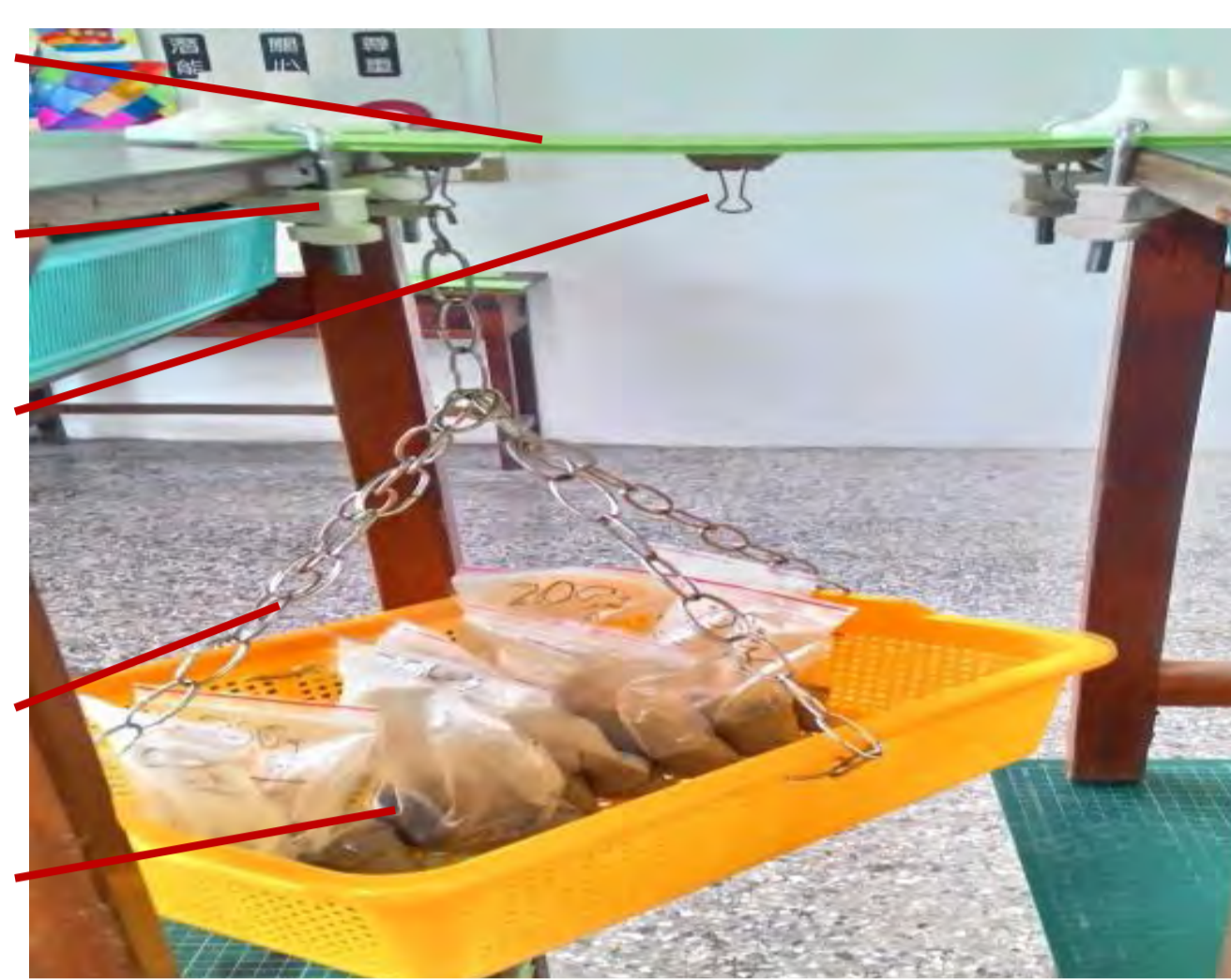
參、研究架構



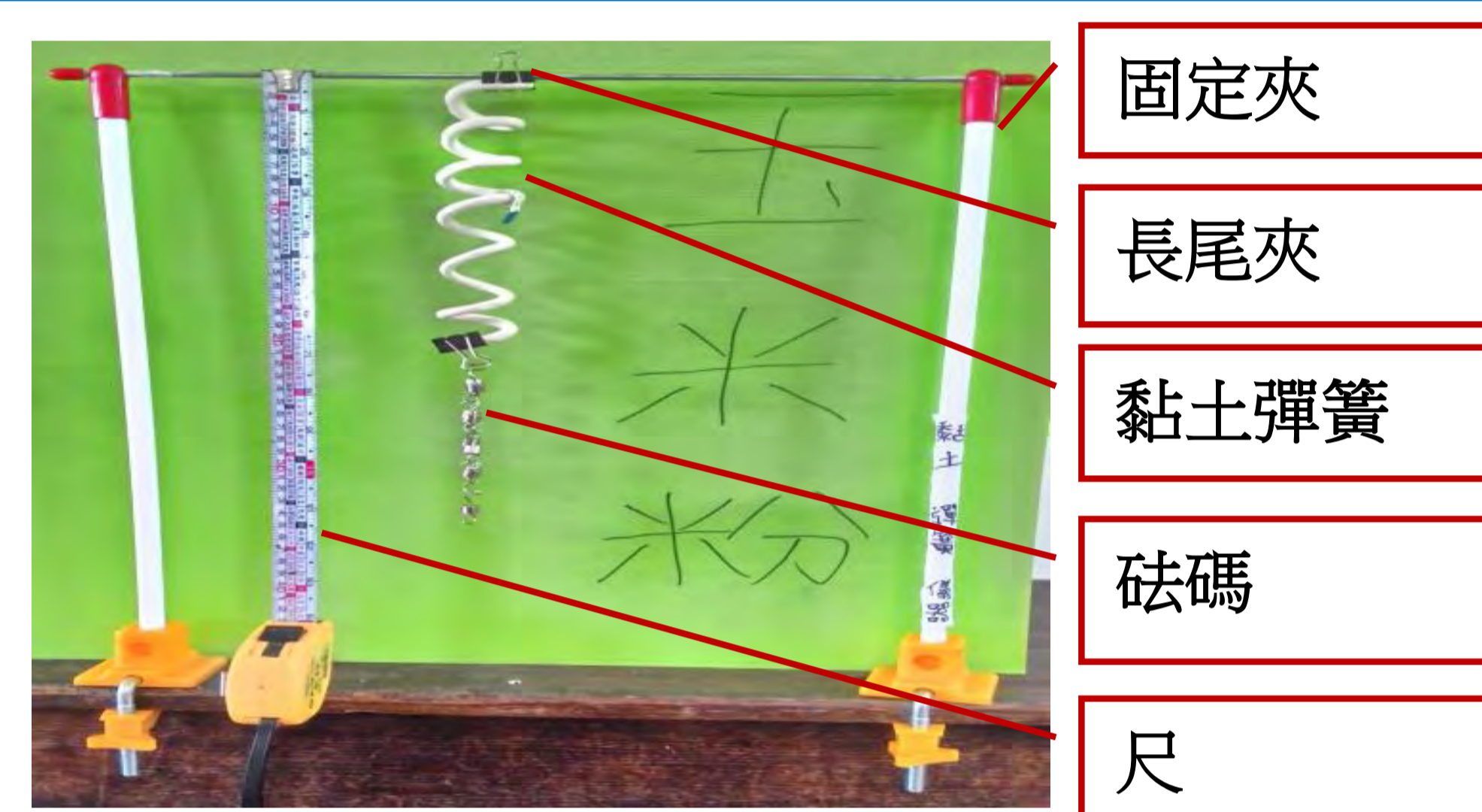
肆、測量工具

實驗 1：黏固力測量工具

珍珠板
固定夾
超級黏土和長尾夾
鐵鍊
沙包和籃子



實驗 2：彈力測量工具



實驗 3：酸腐蝕測量工具

可彎式吸管
長尾夾
玻璃瓶/稀鹽酸/黏土
珍珠板
澄清石灰水



伍、研究過程及方法

分析超級黏土的特性及成分

1. 固化後的特性

- | | | |
|----------|----------|---------|
| (1) 黏固力強 | (2) 能耐熱 | (3) 能耐冷 |
| (4) 有彈力 | (5) 防酸腐蝕 | (6) 可彎曲 |

2. 成分及尋找替代物質

成分	(1) 滑石粉	(2) 聚矽氧烷	(3) 甲基三矽烷
替代物質	石英、雲母、滑石	矽油、矽膠、矽酮	糯米粉、地瓜粉、玉米粉

實驗 4：(石英粉、雲母粉、滑石粉)+(矽油、矽膠)是否固化

1. **實驗原因**：我們將石英粉、雲母粉、滑石粉和矽油、矽膠混合，看看是否可以固化。

2. 實驗結果：



石英粉、雲母粉、滑石粉和矽油混合成爛泥狀



石英粉、雲母粉、滑石粉和矽膠混合後不會固化

3. **分析與討論**：實驗證明矽油和矽膠不是超級黏土成分中的聚矽氧烷，因為不會固化，所以接著我們用矽酮進行接下來的實驗。

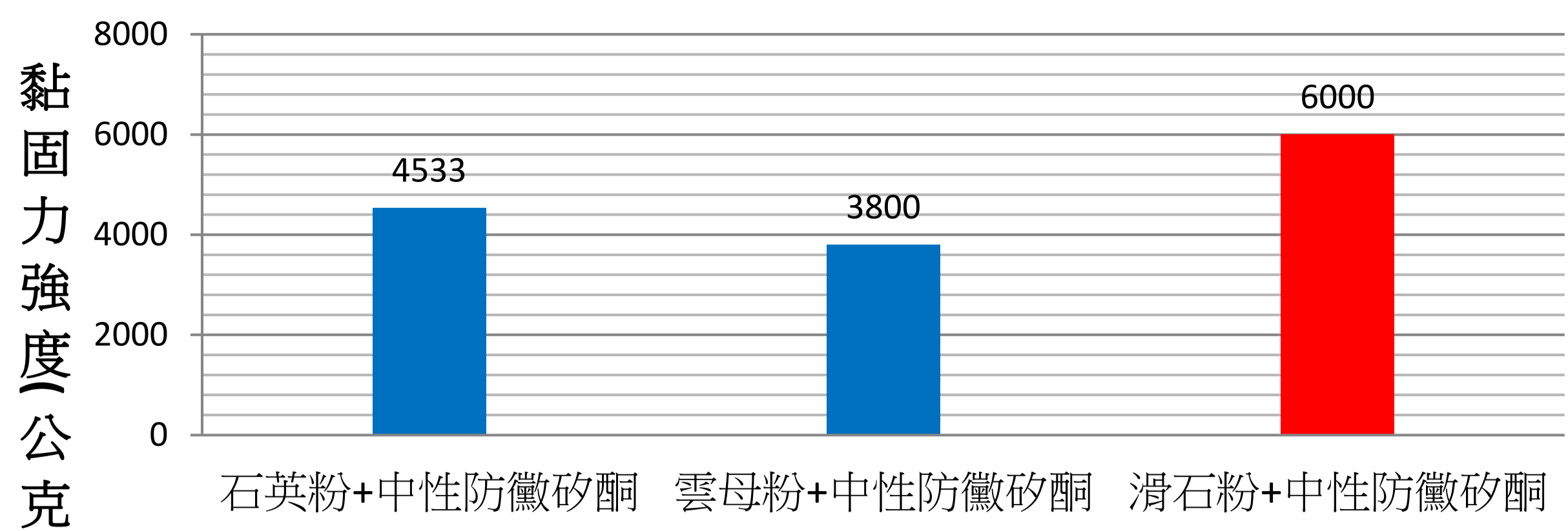
實驗 5：(石英粉、雲母粉、滑石粉)+(酸性矽酮、中性防黴矽酮)進行黏固力及酸腐蝕檢測

1. **實驗原因**：我們將石英粉、雲母粉、滑石粉和酸性及中性防黴矽酮混合，看看可不可以捏塑成形，並進行黏固力以及酸腐蝕檢測。
2. **實驗發現**：



石英粉、雲母粉、滑石粉和酸性矽酮很難捏塑成形，一星期後全部都掉落了。

3. 實驗結果：



三種礦物粉和中性防黴矽酮混合後的黏固力檢測比較

4. 分析與討論：滑石粉加中性防黴矽酮的黏固力是 6000 公克是最強的，也能防酸腐蝕，所以我們選擇滑石粉+中性防黴矽酮，但是必須改善黏手問題。

實驗 6：(石英粉、雲母粉、滑石粉)+ (酸性矽酮、中性防黴矽酮) 進行彈力檢測

1. 實驗原因：接著我們又將石英粉、雲母粉、滑石粉和酸性矽酮及中性防黴矽酮混合做成彈簧，並進行彈力檢測。

2. 實驗發現：

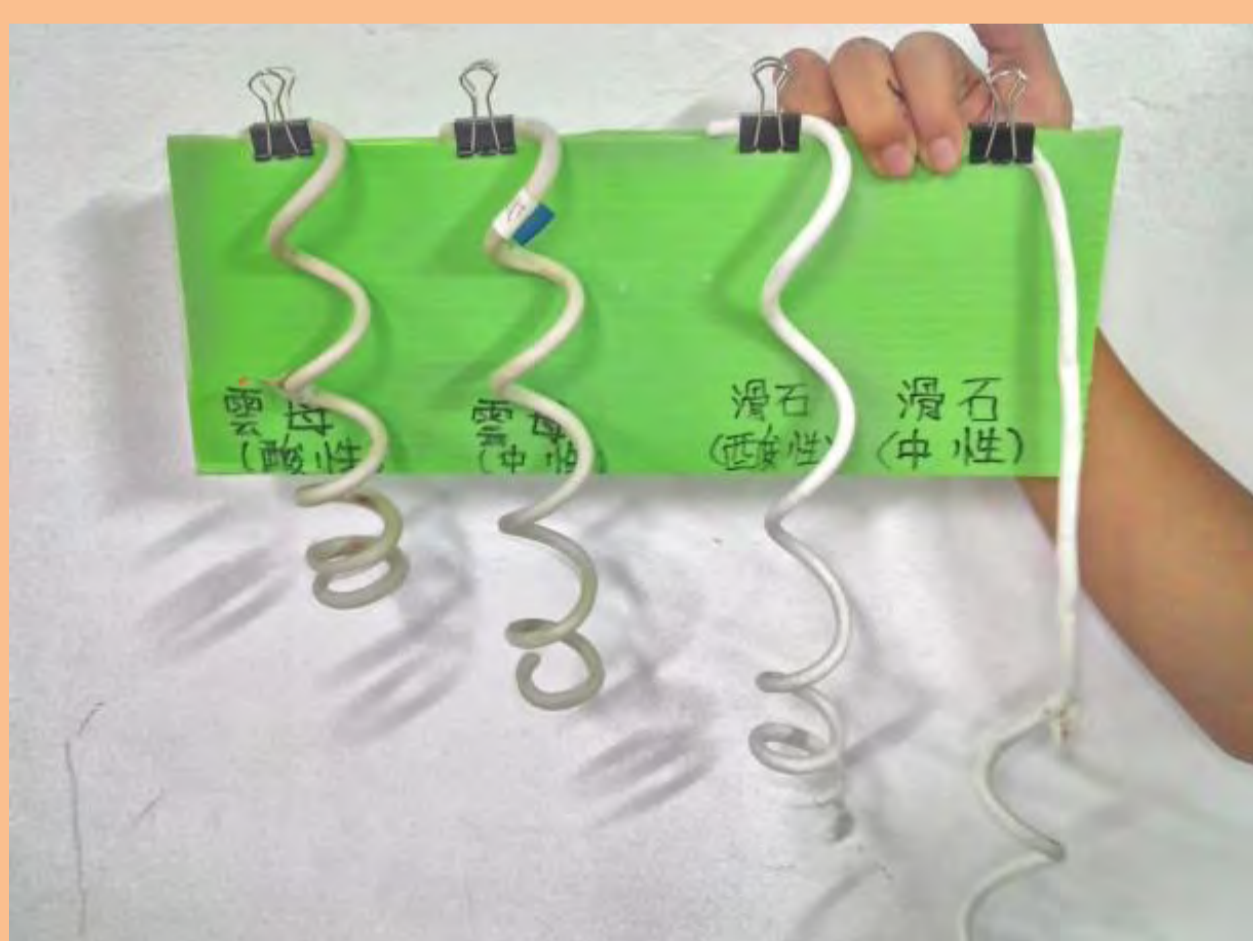


石英粉和酸性及中性防黴矽酮混合做出的彈簧都裂開無法進行彈力檢測

3. 實驗結果：

超級黏土	雲母粉 + 酸性矽酮	滑石粉 + 酸性矽酮	雲母粉 + 中性防黴矽酮	滑石粉 + 中性防黴矽酮
有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律

4. 分析與討論：



雲母粉、滑石粉和酸性矽酮及中性防黴矽酮所做出來的彈簧，都不像超級黏土一樣有規律性的拉伸，而且也都彈性疲乏了。

滑石粉加中性防黴矽酮的黏固力最強，也能防酸腐蝕。但是做成彈簧後，不像超級黏土一樣具有規律性拉伸及彈回，而且也會黏手，所以我們接下來的實驗就是要改善這個問題。

三種礦物粉+聚矽氧烷+三种植物性澱粉的檢測比較表

種類	矽油			矽膠			酸性矽酮			中性防黴矽酮					
	石英粉	雲母粉	滑石粉	石英粉	雲母粉	滑石粉	石英粉	雲母粉	滑石粉	石英粉	雲母粉	滑石粉	滑石		
													糯米粉	地瓜粉	玉米粉
黏固力	形成爛泥狀			無法固化			×	×	×	4533	3800	6000	6300	7000	7266
酸腐蝕							○	○	○	○	○	○	○	○	○
彈力							×	○	○	○	○	○	○	○	○
							無法製作	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律	沒有規律	有規律

實驗 7：(滑石粉+中性防黴矽酮)+(糯米粉、地瓜粉、玉米粉)進行檢測

1. 實驗原因：我們想到糯米橋原理，像糯米這種植物性澱粉有韌性，所以我們想如果試著加入糯米粉、地瓜粉、玉米粉，看看是不是可以改善黏手問題，做成的彈簧拉伸及彈回也有規律性。

2. 實驗發現：

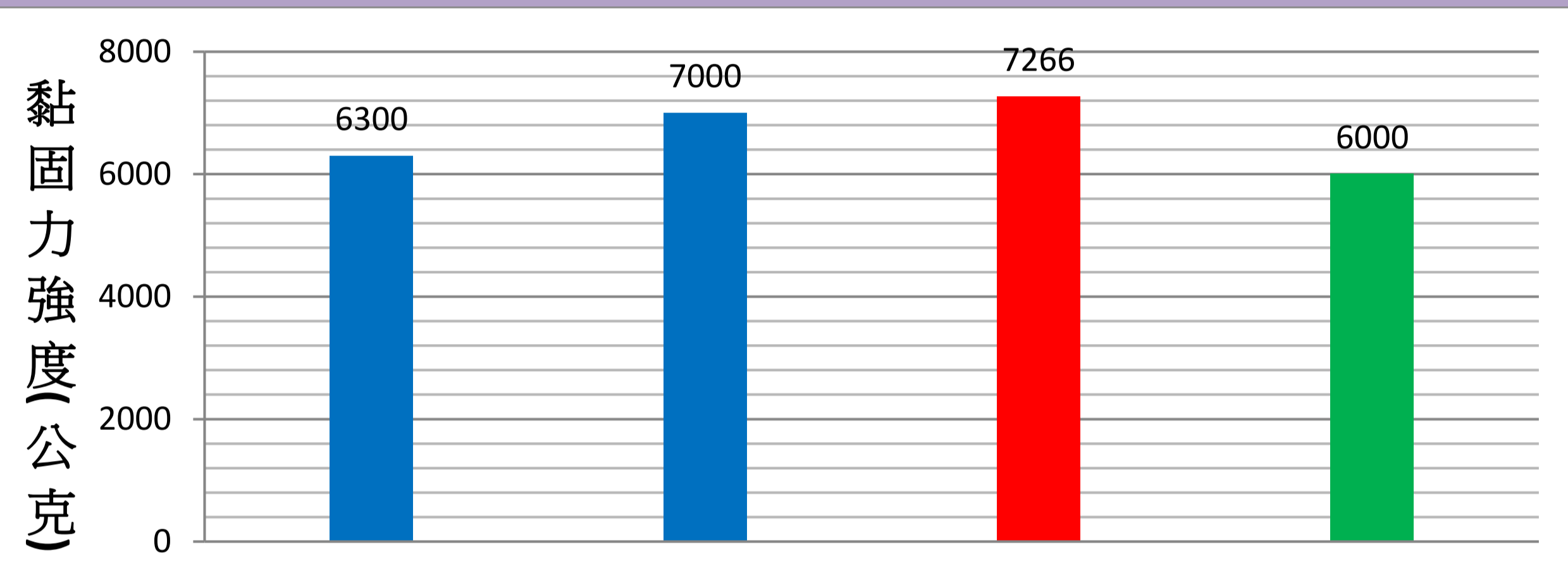


加玉米粉的滑石矽酮，比較容易捏塑也比較不黏手



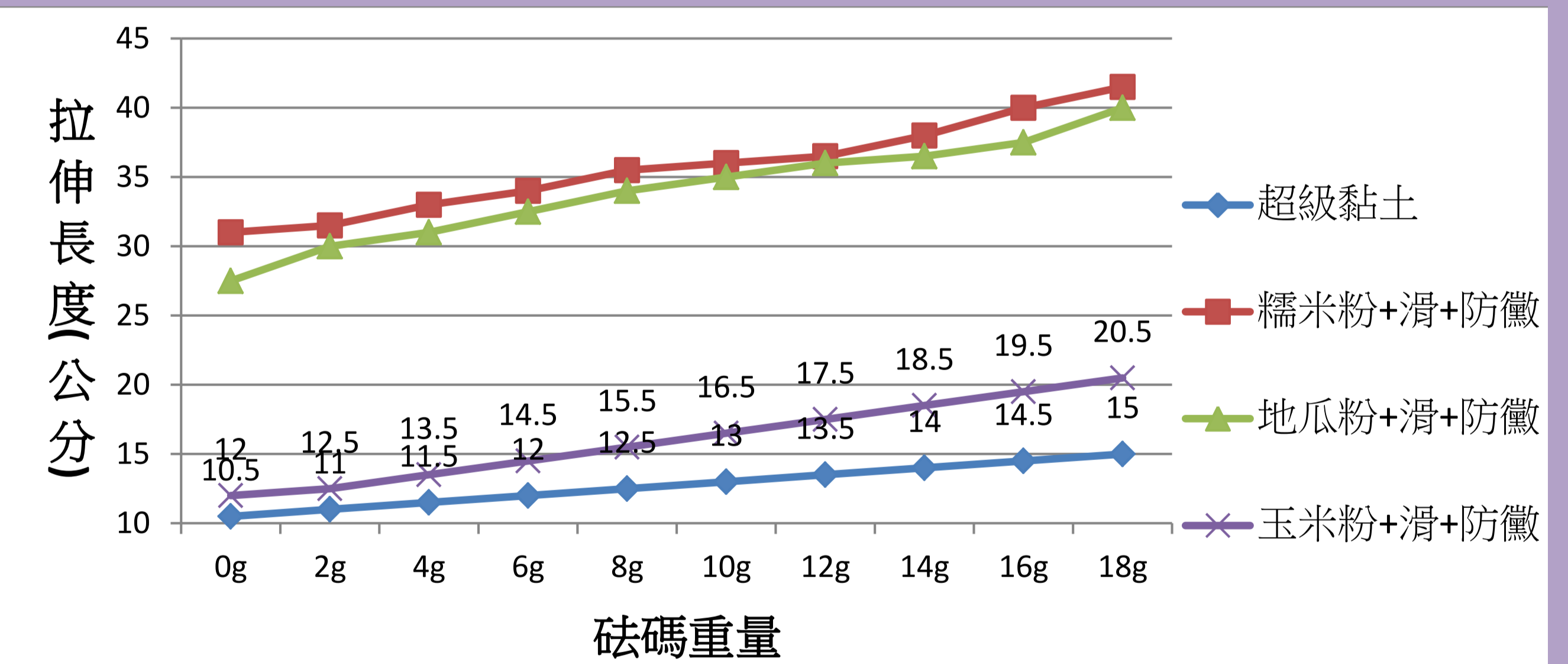
加玉米粉的滑石矽酮彈簧比較類似超級黏土彈簧

3. 實驗結果：



植物性澱粉和滑石粉+中性防黴矽酮混合後的黏固力檢測

糯米粉+滑石粉+中性防黴矽酮	地瓜粉+滑石粉+中性防黴矽酮	玉米粉+滑石粉+中性防黴矽酮
黏土表面沒冒泡 澄清石灰水澄清 可以防酸腐蝕	黏土表面沒冒泡 澄清石灰水澄清 可以防酸腐蝕	黏土表面沒冒泡 澄清石灰水澄清 可以防酸腐蝕



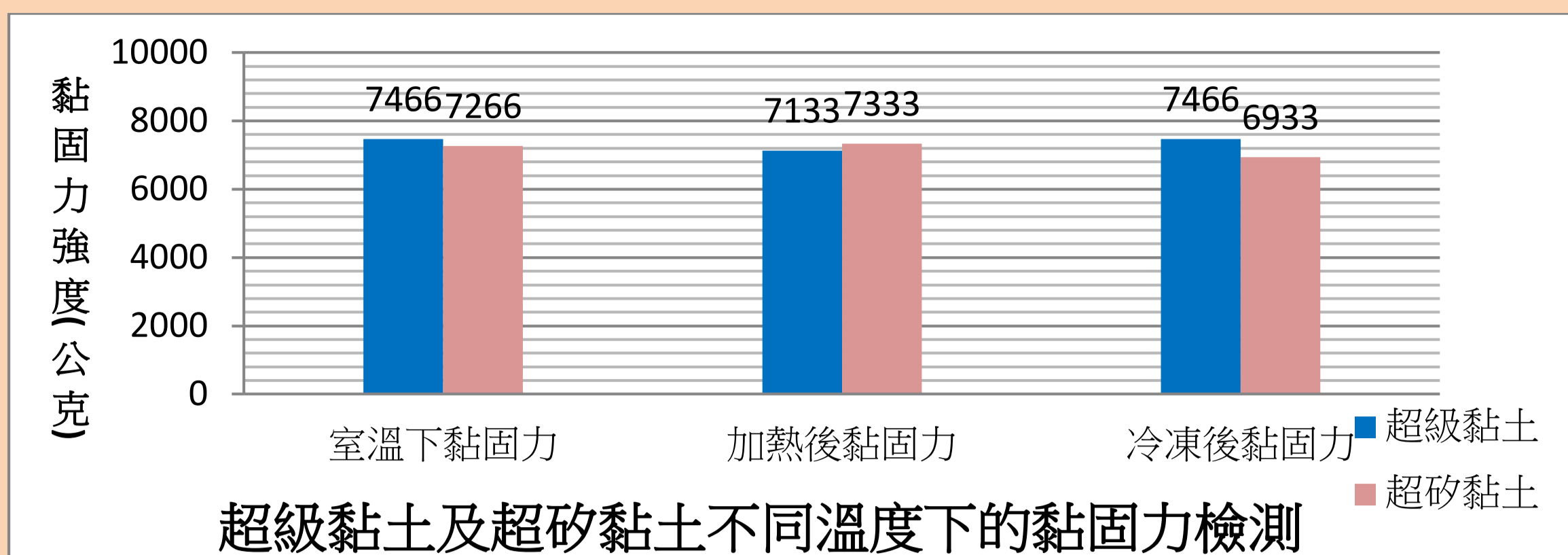
植物性澱粉+滑石粉+中性防黴矽酮做成黏土彈簧的拉伸長度比較

4. 分析與討論：

加入植物性澱粉確實比只有 25 公克滑石粉加 20 公克中性防黴矽酮的黏固力強，尤其是加入玉米澱粉後，不但增加黏固力也改善黏手問題，更使得彈簧有規律性拉伸及彈回，所以我們自製超矽黏土組成是：25 公克滑石粉加 20 公克中性防黴矽酮加 2 克玉米澱粉。

實驗 8：自製超矽黏土與超級黏土固化後的特性比一比

1. 固化後不同溫度下的黏固力比較：



無論在 30°C、-4°C、100°C 下，超級黏土及超矽黏土都能維持在大約 7000 公克的黏固力，所以**超級黏土及超矽黏土黏固力不受溫度的影響。**

2. 固化後防酸腐蝕比較：

	超級黏土	超矽黏土
酸腐蝕檢測		
說明	表面沒冒泡，石灰水澄清，能 防酸腐蝕	表面沒冒泡，石灰水澄清，能 防酸腐蝕

3. 固化後可彎曲性比較：

	超級黏土	超矽黏土
照片		
角度	180 度 還沒斷裂或掉落	180 度 還沒斷裂或掉落

4. 分析與討論：

	室溫下黏固力 (30°C)	冷凍後黏固力 (-4°C)	加熱後黏固力 (100°C)	做成彈簧後的彈力	固化後的可彎曲性	防酸腐蝕
超級黏土	7466g	7466g	7133g	有規律性	180 度	可以
超矽黏土	7266g	6933g	7333g	有規律性	180 度	可以

自製超矽黏土是最類似超級黏土的黃金組合，具有強黏固力、能防水及防腐蝕、耐冷及耐熱，做成彈簧受力後有規律性拉長及彈回，固化後可以彎曲。

實驗 9：自製超矽黏土修補物品及捏塑生活用品

1. **實驗原因**：自製的超矽黏土用於**修補破損的物品**，也可以塑出自己想要的**生活用品**等，不但黏力強而且可以輕易地拆下來，不會殘留在物品上。

2. 實驗結果：

					
說明	修補開口笑的鞋子	修補破洞漏水的水管	水桶修補後可以裝 6 公升的水	修補完成後桌面不再和桌腳分離	固化可以掛物品拆下也不會殘留

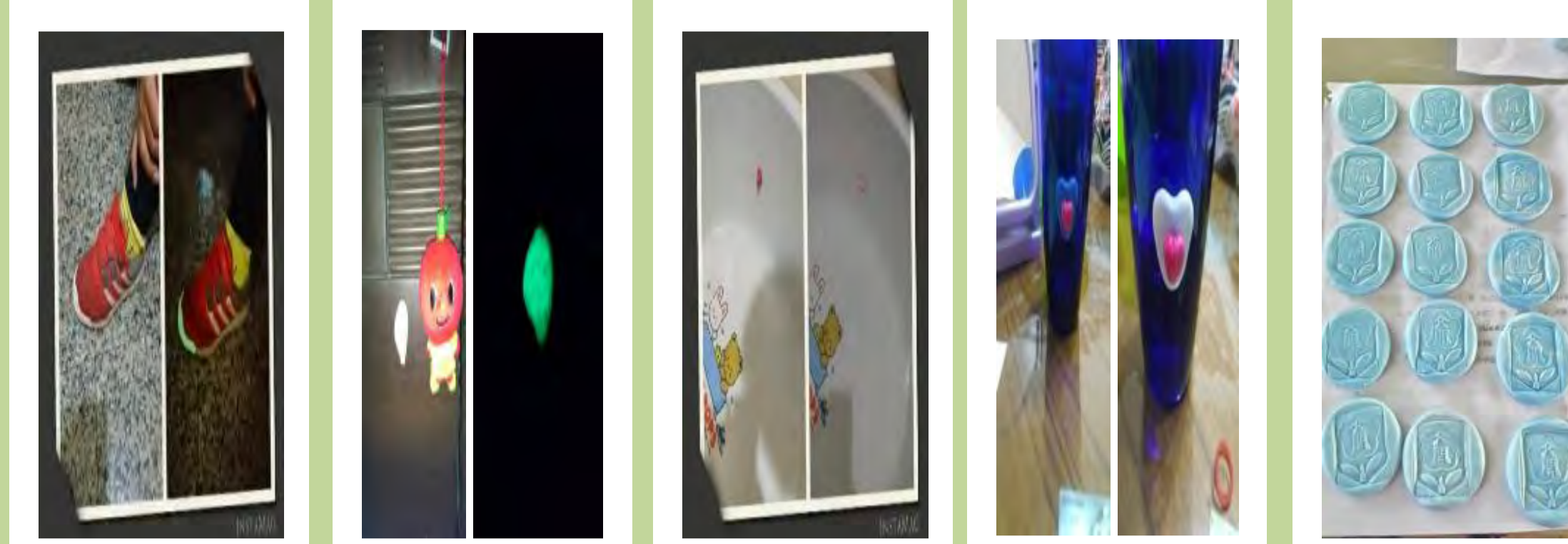
柒、參考資料及其他

- 自然與生活科技六上、五上(2016)，台北市：翰林出版社。
- 自然與生活科技五上(2016)，台北市：康軒出版社。
- 蘇瓦茲(2013)，蘇老師化學黑白講，台北市：遠見天下文化。
- 艾金斯(2014)，化學元素王國之旅，台北市：遠見天下文化。
- 大愛電視台，看見溫度感溫變色，2014。

實驗 10：自製夜光及感溫變色創意超矽黏土

1. **實驗原因**：**夜光超矽黏土**在黑暗中可以提醒自己及他人。**感溫變色超矽黏土**，提醒自己不被燙到，拆下來也不會殘留。**希望大家將自製超矽黏土推廣到家中修補破損物品。**

2. 實驗結果：



說明	夜光超矽黏土鞋子在黑暗中發光	黑暗房間門上發光的夜光黏土	要注意浴缸裡的水溫超過 43 度	杯子中的開水超過 31 度會燙口	變色黏土紀念章送給畢業生
----	----------------	---------------	------------------	------------------	--------------

陸、研究結論

- 超級黏土的成分有滑石粉、聚矽氧烷、甲基三矽烷等。我們蒐集資料結果知道，**聚矽氧烷可分為矽油、矽膠、矽酮三類**，所以我們用**矽油、矽膠、酸性矽酮、中性防黴矽酮四種進行實驗**。
- 我們設計出三種檢測工具，分別是**黏固力測量工具、酸腐蝕測量工具、彈力測量工具**，黏固力測量工具是在**相同重量、相同接觸面積下**，測黏土的黏固力；酸腐蝕測量工具則是檢測黏土與稀鹽酸反應後，如果**澄清石灰水依舊透明**，代表黏土能**防酸腐蝕**；彈力測量工具是做出相等長度及粗細一樣的黏土彈簧，測試看看**受力後黏土彈簧是否規律性的拉伸及彈回**。
- 石英粉、雲母粉、滑石粉和酸性矽酮混合，雖然會固化但是很快就脫落，所以沒有黏固力，所以**酸性矽酮不適合使用**。
- 石英粉、雲母粉、滑石粉和中性防黴矽酮混合，黏固力是滑石粉最強，能耐稀鹽酸腐蝕，所以**滑石粉加中性防黴矽酮適合使用**。但是做出的彈簧沒有規律性拉伸及彈回，也有黏手的问题，所以這是我們接下來要解決的問題。
- 我們想到糯米橋原理運用植物性澱粉的韌性，加入二種植物性澱粉，糯米粉、地瓜粉、**玉米粉和滑石粉和中性防黴矽酮混合**，結果不但**增強黏固力，能耐酸腐蝕**，做成的彈簧**拉伸及彈回也有規律性**。
- 25 公克滑石加 20 公克中性防黴矽酮加 2 公克的玉米粉**混合而成的自製超矽黏土，和超級黏土一樣具有**強黏固力、有彈力、防酸腐蝕**，經過冷凍及加熱後的黏固力沒有改變多少。
- 自製超矽黏土不但可修補鞋子、鞋底、水桶、水管、桌子、做掛勾等**，我們還創意做出**夜光超矽黏土黏貼在鞋子、車子、桌角或做成小夜燈等做夜光提示**；以及**感溫變色超矽黏土黏在杯子、浴缸提醒我們注意溫度**，重要的是**自製超矽黏土能達到超級黏土相同的效果**，不但節省資源又經濟實用，我們還將它推廣到全校，真是一舉數得！

超矽黏土特色



- 滑石粉、矽酮、玉米粉這些材料都是**容易取得，而且成本低**，不必花錢買昂貴的國外超級黏土，只要跟著我們自製超矽黏土就可以輕鬆達到相同效果。
- 我們自製超矽黏土，**沒有刺鼻的化學味道**，而且取用的滑石粉和玉米粉都是天然礦物粉及植物澱粉，**對自然環境既環保又友善**。
- 超矽黏土不但可以修補物品，**還可以做出更多創意的產品**，感溫黏土可以包住磁鐵做成掛勾貼於冰箱，既可以掛東西又可以觀察天氣溫度變化。
- 我們將它推廣到全校後，家長發現我們的超矽黏土很實用又便宜，具有**可商品化的價值**，還建議我們可以申請專利。

- 六、超級黏土(2015 年 06 月 10 日)•取自大紀元新聞網：<https://www.epochtimes.com/b5/>
- 七、聚矽氧烷結構•取自：<https://zh.wikipedia.org/zhtw/%E7%9F%BD%E6%B0%A7%E6%A8%B9%E8%84%82>
- 八、滑石結構•取自 <https://zh.wikipedia.org/zhtw/%E6%BB%91%E7%9F%B3>
- 九、甲基三矽烷•取自 <http://www.powerchemical.net/silanes/7131.html>