

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別： 物理科

組 別： 國小組

作品名稱：龍洗盆跳恰恰

關 鍵 詞：龍洗盆、震動、共振

編號：A2006

目錄

摘要.....	01
壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧.....	01
貳、研究設備及器材.....	03
參、研究方法、過程與結果討論.....	03
肆、研究結論.....	26
伍、參考資料及其他.....	27

摘要

我們探討影響龍洗盆水花濺起來高度的因素，當我們在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦頻率要和兩個把手震動的頻率、龍洗盆震動的頻率一致時，產生了共振效應，才會濺起水花；當雙手摩擦把手產生的振動頻率降低時，龍洗盆震動的頻率也降低，經過共振效應，龍洗盆裡濺起來水花的平均高度也會降低；當雙手摩擦把手產生的振動頻率增加時，龍洗盆震動的頻率也增加，經過共振效應，龍洗盆裡濺起來水花的平均高度也會增加；盆內水的深度、液體的種類和濃度等因素都會影響到龍洗盆的共振效應；在操作時，雙手一定要洗乾淨，因手上的油脂會降低摩擦的效果。

壹、前言

一、研究動機

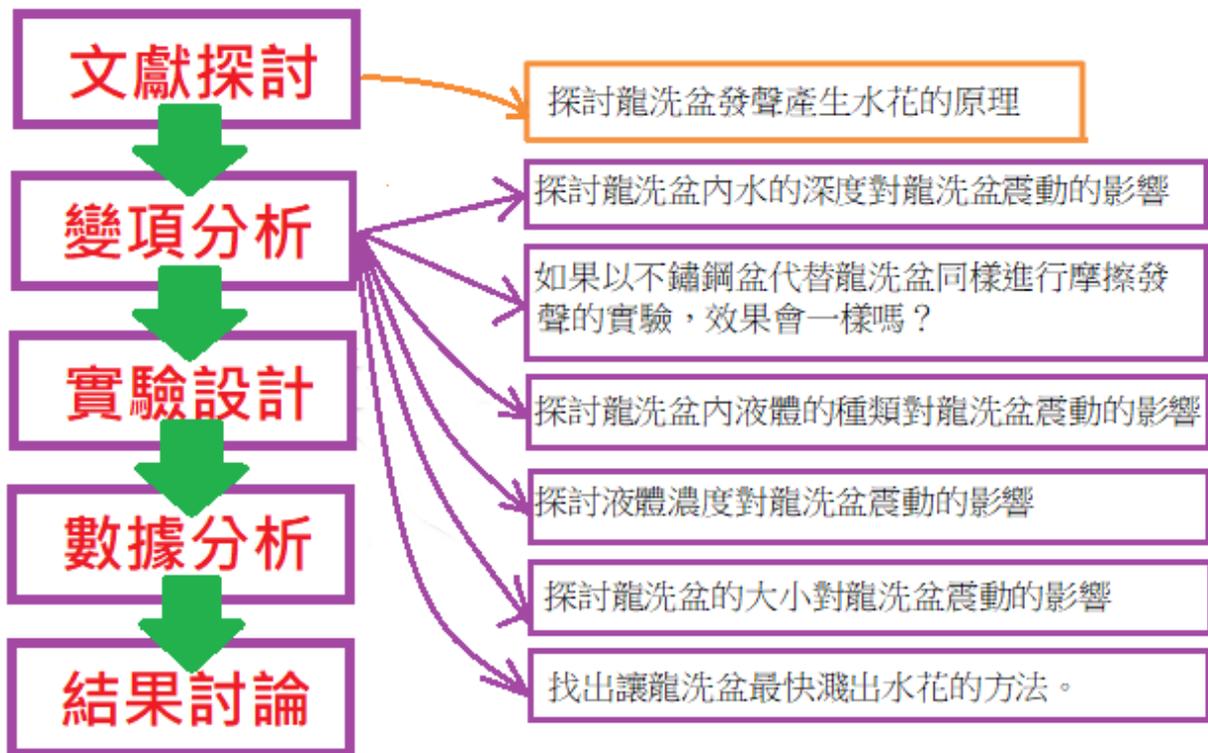
我曾經和家人去美濃民俗村旅遊，看到了一個長得奇怪的「臉盆」，臉盆旁邊還多了兩個手提的地方，現場有幾位遊客用手在「那兩個手提的地方」來回摩擦，臉盆除了會發出聲音外，裡面的水居然會濺出水花，我覺得很有趣；爸爸說：「這種臉盆有龍的圖案稱為龍洗盆，有魚的圖案稱為魚洗盆」。所以我們想利用這次的機會來認識龍洗盆，希望可以讓我們了解到龍洗盆裡所蘊藏不為人知的奧妙。

二、研究目的

基於對龍洗盆用手在旁邊「那兩個手提的地方」摩擦後就可以發出聲音和濺出水花的好奇心，我們想研究下面幾個問題：

- (一) 探討龍洗盆內水的深度對龍洗盆震動的影響。
- (二) 如果以不鏽鋼盆代替龍洗盆同樣進行摩擦發聲的實驗，效果會一樣嗎？
- (三) 探討龍洗盆內液體的種類對龍洗盆震動的影響。
- (四) 探討液體濃度對龍洗盆震動的影響。
- (五) 探討龍洗盆的大小對龍洗盆震動的影響。
- (六) 找出讓龍洗盆最快濺出水花的方法。

三、研究架構圖



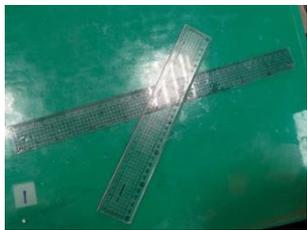
四、文獻探討

龍洗盆—相傳是明朝開國皇帝朱元璋為了不愛洗臉的兒子而召集工匠製造出來的，所以有人會把它叫做皇帝的洗臉盆。

龍洗盆是由純銅所鑄造的洗手盆，外觀就像一個洗臉盆，盆底有四條龍，盆的邊緣有特殊的紋路，兩邊各有一個經過金屬拋光的「洗耳」；當我們用雙手的掌心沾水以後，分別在龍洗盆邊緣兩側的「洗耳」上來回摩擦，逐漸增加摩擦頻率時，就會引起兩個把手的震動，當把手震動的頻率和龍洗盆震動的頻率一樣時，龍洗盆就會開始震動，裡面的水也會跟著震動，水震動之後就會產生水波紋，水波紋以波的形式向外傳播，但是外面有龍洗盆的邊緣擋著，所以水波紋不會繼續往外傳播，當水波紋到達龍洗盆的邊緣時因被擋住，導致水波紋無法繼續向外面擴散，只能反射回來，反射回來的水波紋和後面繼續往外傳播的水波紋撞在一起，就會撞出水花，這就是我們所看到噴水的現象，高度有時可達 20 cm 至 30 cm 以上，並發出特定頻率的嗡嗡聲，更巧的是，在這些被濺起的水花的盆底，恰巧對準四條龍的龍口，就好像是「龍吐水珠」，甚至以為是龍在沐浴，所以把這種洗手盆稱為龍洗。

其實，這種「龍洗發聲」基本上就是一種共振的現象，因為共振造成共鳴。在操作時，雙手一定要洗乾淨，因手上的油脂會降低摩擦的效果，而且摩擦的幅度和頻率要由小而大。

貳、研究設備與器材

			
龍洗盆	30ml 滴管	防滑墊	有格子的直尺
			
沙拉油	洗碗精	奶粉	玉米澱粉
			
燒杯	酒精布	餐巾紙	
	不鏽鋼盆尺寸： 口徑 18 cm 高 6.5 cm 的不鏽鋼臉盆 口徑 22 cm 高 8.5 cm 的不鏽鋼臉盆 口徑 1 尺 高 9 cm 的不鏽鋼臉盆 口徑尺 1 高 9.2 cm 的不鏽鋼臉盆 口徑尺 3 高 12.1 cm 的不鏽鋼臉盆		
不鏽鋼盆			

參、研究方法、過程與結果討論

一、前置作業

(一) 尋找龍洗盆：為尋找龍洗盆做實驗，我們請家長找遍屏東市有販賣古物與舊物的商店，所得到的結果都是「沒有在賣」、「那是二十年前才有的東西」、「很久以前有在

賣，現在已經沒賣了」，最後還是由老師詢問他的朋友才借到看起來有點古老的龍洗盆。

(二) 討論實驗變項：因為去美濃民俗村玩時，我當時看到「現場有幾位遊客用手在那兩個手提的地方來回摩擦，臉盆裡面的水居然會濺出水花」，當自然老師在示範給我們看時，也是很快就看到水花濺出來，可是換成我們練習時卻「什麼都沒發生」，所以我們想知道有沒有什麼方法可以很快地讓龍洗盆裡的水很快地濺出水花和發出聲音，並想知道其他會影響龍洗盆震動的因素。

二、研究方法、過程與結果討論

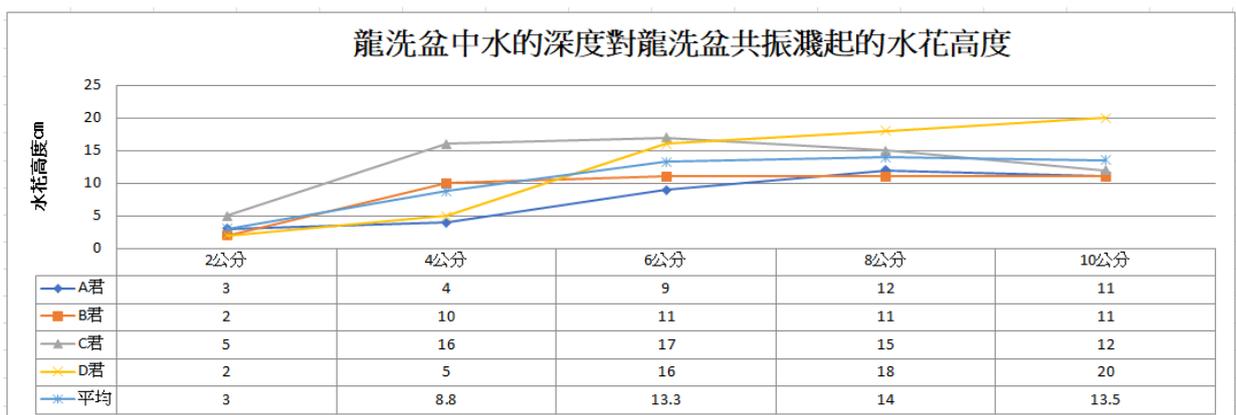
【研究一】 探討龍洗盆內水的深度對龍洗盆震動的影響。

問題一、龍洗盆中水的深度對發出聲音時濺起水花的高度會有影響嗎？

(研究方法)

- 1、請四位同學，徒手摩擦水深 2 cm 的龍洗盆兩側的握把，測量龍洗盆內水花濺起來的高度。
- 2、在不超出龍洗盆高度 11.5 cm 的前提下，重複步驟 1，分別研究水深 2 cm、4 cm、6 cm、8 cm、一直到 10 cm。
- 3、找出哪一種深度的水位平均濺起的水花高度最高。

(研究過程與結果)



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、當水位只有 2 cm 深時，龍洗盆裡濺起來水花的平均高度最低。

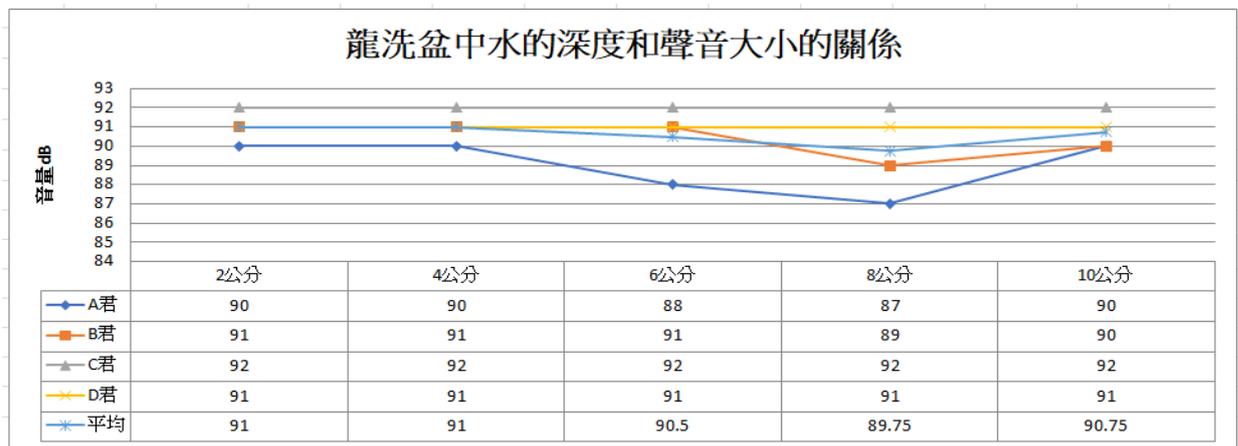
- 當水位超過 4 cm 深時，龍洗盆裡濺起來的水花至少有 4 cm 以上；當水位超過 6 cm 深時，龍洗盆裡濺起來水花的平均高度幾乎都有 9 cm 至 10 cm 以上。
- 當水位深度由 2 cm 逐步增加至 8 cm 時，龍洗盆濺起水花高度也是逐漸增加；水位深度從 8 cm 增加至 10 cm 時，龍洗盆濺起水花高度不但沒有繼續增加，高度反而變低了。
- 當水位深度 10 cm 時，龍洗盆裡濺起來的水花高度反而比水位深度 8 cm 時還低，經多次仔細觀察並詢問那四位協助的同學，他們幾乎都表示擔心水太滿把桌子弄濕淹大水，所以不太敢出力。所以我們認為「當龍洗盆裡面的水快要滿了時，會影響操作的人，讓他們不敢出力摩擦兩側的手提把」。

問題二、龍洗盆中水的深度對龍洗盆發出聲音時的音量與音頻會有影響嗎？

(研究方法)

- 延續問題一的實驗操作。
- 在測量「龍洗盆內不同深度的水位所濺起的水花高度」時，立即測量所發出來聲音音量的最大值，和頻率的最高值。
- 將所得的數據做進一步的分析，並將分析結果記錄下來。

(研究過程與結果)



小結：

從以上圖表可發現：

- 當水位 2 cm 深時，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音量在 91dB±1dB 的範圍內。
- 當水位 4 cm 深時，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音量在 91dB±1dB 的範圍內。

- 當水位 6 cm 深時，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音量在 $90\text{dB}\pm 2\text{dB}$ 的範圍內。
- 當水位 8 cm 深時，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音量在 $89.5\text{dB}\pm 2.5\text{dB}$ 的範圍內。
- 當水位 10 cm 深時，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音量在 $91\text{dB}\pm 1\text{dB}$ 的範圍內。
- 綜合以上資料，我們認為「龍洗盆經摩擦發出聲音的音量，音量大小聲的變化和龍洗盆的水位深度變化沒有關係」。



小結：

從以上圖表可發現：

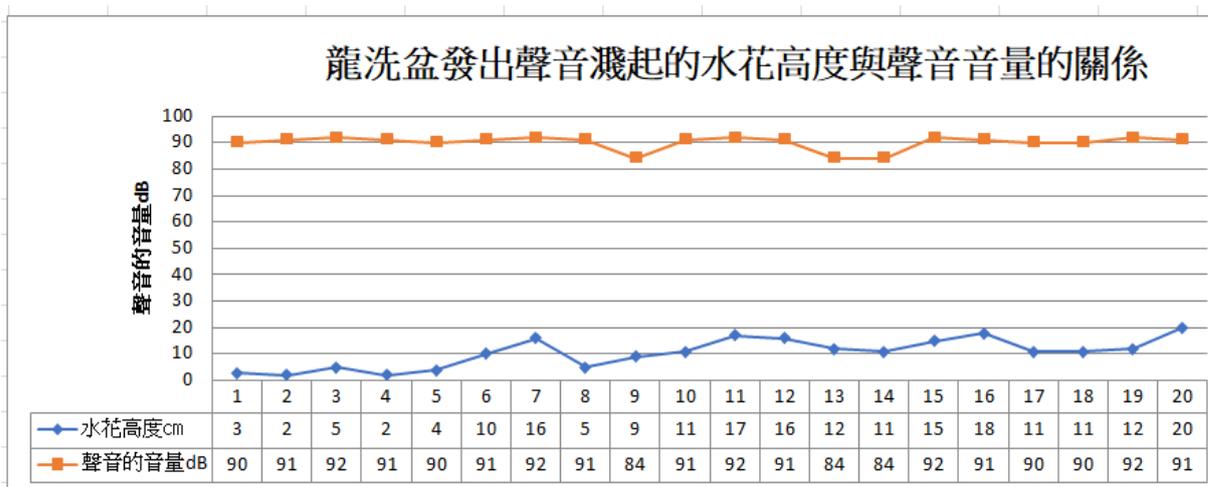
- 當水位 2 cm 深時，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音頻最高。
- 當水位 4 cm 深時，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音頻第二高。
- 當水位 6 cm 深時，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音頻第三高。
- 當水位 8 cm 深時，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音頻第四高。
- 當水位 10 cm 深時，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音頻最低。
- 綜合以上資料，我們認為「龍洗盆經摩擦發出聲音時音頻高低的變化和龍洗盆的水位深度變化有密切關係，音頻的數值會隨著水位深度的增加而減少」。

問題三、龍洗盆發出聲音時水花濺起的高度和所發出的聲音大小與頻率有關係嗎？

(研究方法)

- 在測量「龍洗盆內不同高度的水位所濺起的水花高度」時，立即測量哪一種高度的水位所發出來的聲音最大，並測試頻率的最高值。
- 針對問題一「龍洗盆中水的高度對震動會有影響嗎？」的數據，搭配本項研究方法步驟 2 所得的數據做進一步的分析，並將分析結果記錄下來。

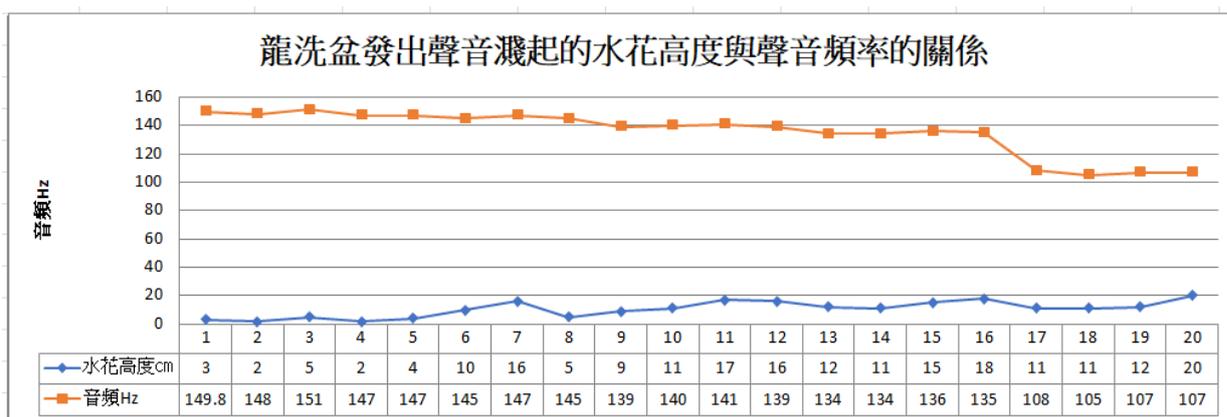
(研究過程與結果)



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、當龍洗盆內濺起的水花高度變大時，相對應的龍洗盆經摩擦發出的音量並沒有跟著變大。
- 2、當龍洗盆經摩擦發出的音量有大小聲變化時，相對應的龍洗盆內濺起的水花高度並沒有跟著明顯變化。
- 3、綜合以上資料，我們認為「龍洗盆經摩擦發出聲音的音量大小變化和龍洗盆內經摩擦濺起水花高度的變化沒有關係」。



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、當龍洗盆內濺起的水花高度變高和變低時，相對應的龍洗盆經摩擦發出的音頻並沒有跟著變高和變低。

- 2、當龍洗盆經摩擦發出的音頻逐漸降低時，相對應的龍洗盆內濺起的水花高度並沒有跟著逐漸降低。
- 3、綜合以上資料，我們認為「龍洗盆經摩擦發出聲音的音頻高低變化和龍洗盆內經摩擦濺起水花高度的變化沒有關係」。

研究結果與討論：

- 1、當水深只有 2 cm 深時，龍洗盆裡濺起來水花的平均高度是最低的；當水深超過 4 cm 深時，龍洗盆裡濺起來的水花開始越來越明顯；當水深超過 6 cm 深時，龍洗盆裡濺起來水花的高度幾乎都有 13 cm 以上。
- 2、當水位深度從 2 cm 增加至 4 cm 時，龍洗盆濺起水花高度增加的幅度是最多的，其次是水位深度從 4 cm 增加至 6 cm 時；最慢的是水位深度從 8 cm 增加至 10 cm 時，而且還呈現負值，也就是濺起水花的高度不但沒有繼續增加，高度反而變低了。
- 3、在龍洗盆高度的限制下，在不考慮「當龍洗盆裡面的水快要滿了時，會影響操作的人，讓他們不敢出力摩擦兩側的手提把」的前提下，隨著水位深度的增加，龍洗盆裡濺起來的水花開始越來越高越來越明顯，但是「龍洗盆裡濺起來的水花高度和龍洗盆水位的深度並沒有成正比例關係」。
- 4、當水深由 2 cm 深一直增加到 10 cm 深時，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音量在 $89\text{dB} \pm 2.5\text{dB}$ 的範圍內，所以「龍洗盆經摩擦發出聲音的音量，音量大小聲的變化和龍洗盆的水位深度變化沒有關係」；但是，龍洗盆裡經摩擦發出聲音時的音頻，卻隨著水深的增加而降低，所以「龍洗盆經摩擦發出聲音時音頻高低的變化和龍洗盆的水位深度變化有密切關係，音頻的數值會隨著水位深度的增加而減少」。
- 5、因為當龍洗盆內濺起的水花高度有明顯變化時，龍洗盆相經摩擦發出聲音對應的的音量並沒有跟著有大小聲的明顯變化，所以「龍洗盆經摩擦發出聲音的音量大小變化和龍洗盆內經摩擦濺起水花高度的變化沒有關係」；同樣的，當龍洗盆內濺起的水花高度有明顯變化時，相對應的龍洗盆經摩擦發出的音頻並沒有跟著變高和變低，所以「龍洗盆經摩擦發出聲音的音頻高低變化和龍洗盆內經摩擦濺起水花高度的變化沒有關係」。

6、當我們在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦頻率較高時，因水位太淺兩個把手震動的頻率也偏高，此時龍洗盆震動的頻率也偏高，所產生的水波紋的高度較低，經過共振效應，所建起的水花高度也較低；但隨著水位深度的增加，兩個把手震動的頻率也開始降低，此時龍洗盆震動的頻率也逐漸降低，所產生的水波紋的高度也開始增加，經過共振效應，所建起的水花高度也開始增加。所以，當水深只有 2 cm 深時，因水位太淺兩個把手震動的頻率也偏高，此時龍洗盆震動的頻率也偏高，所產生的水波紋的高度較低，經過共振效應，龍洗盆裡濺起來水花的平均高度是最低的；當水位深度從 2 cm 增加至 6 cm 時，水位深度增加，兩個把手震動的頻率也開始降低，此時龍洗盆震動的頻率也逐漸降低，所產生的水波紋的高度也開始增加，經過共振效應，所建起的水花高度也開始增加。隨著水位深度的增加，龍洗盆裡濺起來的水花開始越來越高越來越明顯，但是「龍洗盆裡濺起來的水花高度和龍洗盆水位的深度並沒有成正比例關係」，因此當水位深度從 8 cm 增加至 10 cm 時，濺起水花的高度不但沒有繼續增加，高度反而變低了。因為當我們在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦頻率要和兩個把手震動的頻率、龍洗盆震動的頻率一致時，產生共振效應，才會濺起水花；當水深從 8 cm 增加至 10 cm 時時，可能因為水量多較重，以雙手在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦產生的震動頻率降低，雖然有接近兩個把手震動的頻率以及龍洗盆震動的頻率，但因頻率降低產生的共振效果變差，所以建起的水花高度也變低。

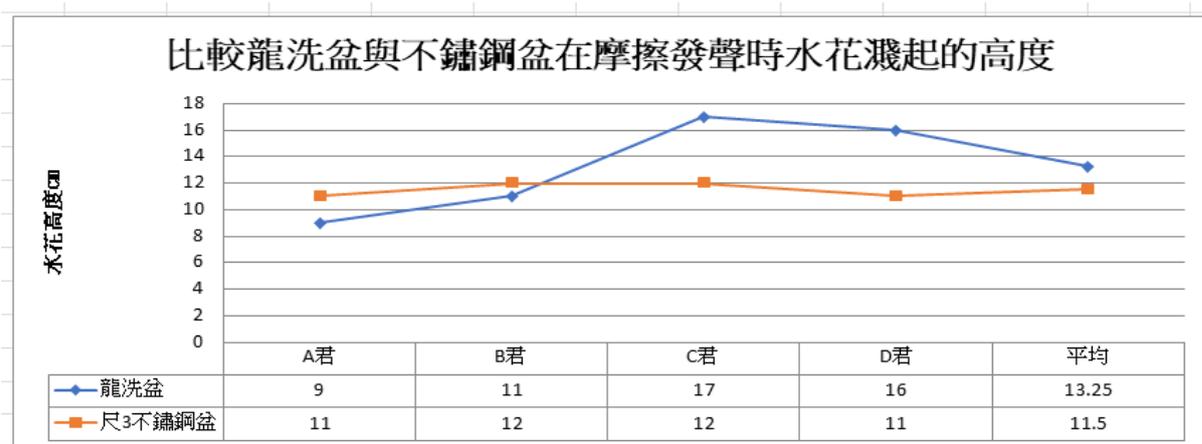
【研究二】 如果以不鏽鋼盆代替龍洗盆同樣進行摩擦發聲的實驗，效果會一樣嗎？

問題一、以不鏽鋼盆代替龍洗盆同樣進行摩擦發聲的實驗，效果會一樣嗎？

(研究方法)

- 1、請四位同學，徒手摩擦水深 6 cm 的龍洗盆兩側的握把，測量龍洗盆內水花濺起來的高度。
- 2、因龍洗盆高度為 11.5 cm，以高度最接近的尺 3 寬 12.1 cm 高不鏽鋼盆做比較，重複步驟 1，徒手摩擦水深 6 cm 的不鏽鋼盆的兩側，測量龍洗盆內水花濺起來的高度。
- 3、比較不鏽鋼盆可否出現和龍洗盆一樣的效果？

(研究過程與結果)



小結：

從以上圖表可發現：

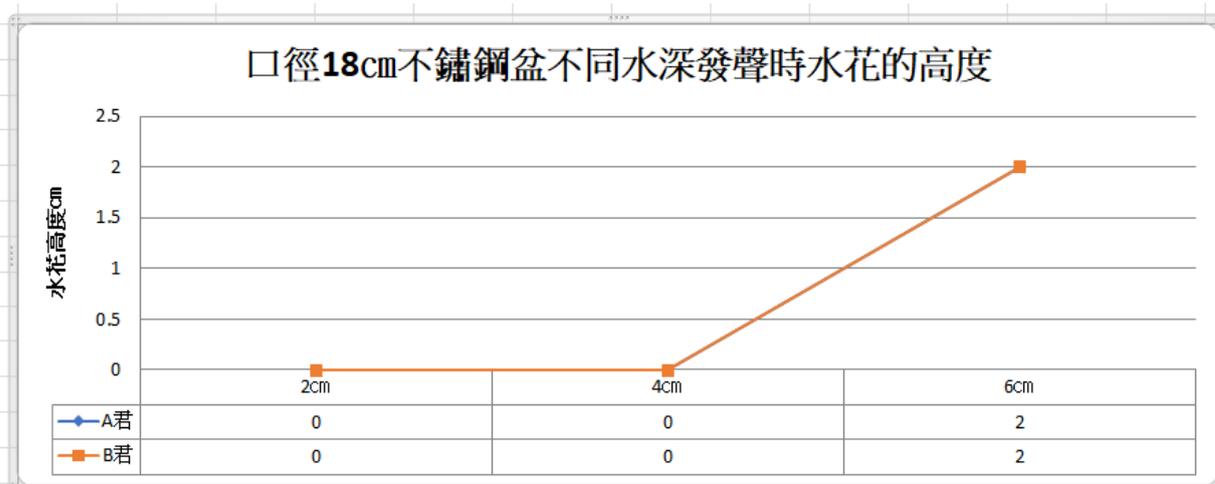
- 1、當水位 6 cm 深時，四位同學摩擦龍洗盆手提處所濺起水花高度的變化大，所測得高度植在 9 cm 至 17 cm 之間，平均值為 13.25 cm。
- 2、當水位 6 cm 深時，四位同學摩擦不鏽鋼盆兩側所濺起水花高度的變化不大，所測得高度植在 11 cm 至 12 cm 之間，平均值為 11.5 cm。
- 3、所以用雙手在不鏽鋼盆邊緣兩側來回摩擦，可以得到和龍洗盆發聲時同樣的效果。
- 4、我們可以使用不鏽鋼盆進行其他與龍洗盆相關的實驗。

問題二、當以不鏽鋼盆取代龍洗盆時，不同高度的不鏽鋼盆摩擦發出聲音時會影響濺起來水花的高度嗎？

(研究方法)

- 1、先在口徑 18 cm 寬 6.5 cm 高不鏽鋼盆下方墊上防滑墊，以免不銹鋼盆劇烈搖晃。
- 2、請二位同學，徒手摩擦水深 2 cm 的不鏽鋼盆邊緣的兩側，測量龍洗盆內水花濺起來的高度。
- 3、在不超出龍洗盆高度 6.5 cm 的前提下，重複步驟 1，分別研究水深 2 cm、4 cm、6 cm、8 cm、一直到 10 cm。
- 4、找出哪一種深度的水位平均濺起的水花高度最高。
- 5、當水的深度 > 不鏽鋼盆高度時，則不做該項實驗。

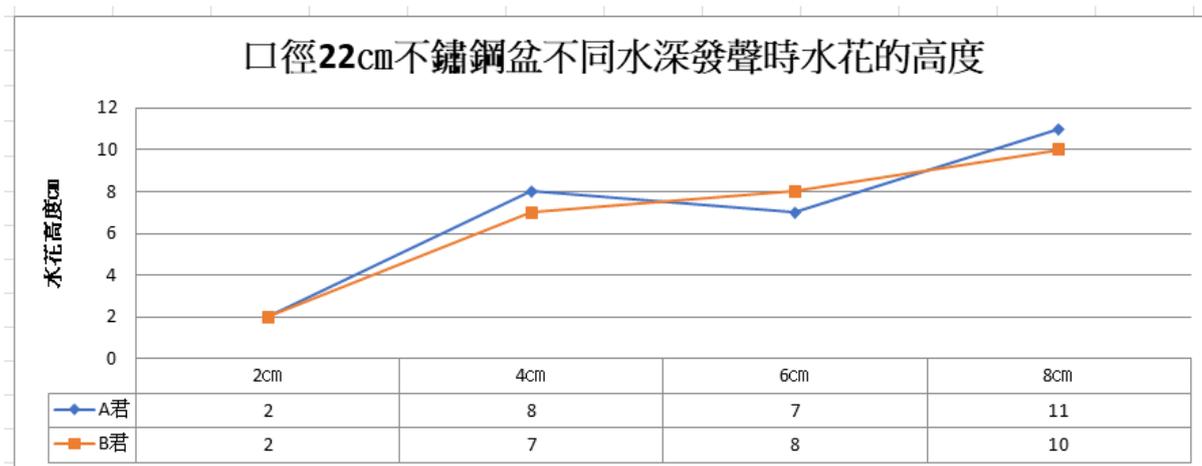
(研究過程與結果)



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、口徑 18 cm不鏽鋼盆，兩位同學摩擦不鏽鋼盆邊緣兩側時所濺起水花，水深 2 cm至 4 cm時，所測得水花的高度植在 0 cm；一直到水深 6 cm時財測得濺起 2 cm高的水花。
- 2、在以口徑 18 cm不鏽鋼盆進行摩擦發聲的實驗時，發現口徑 18 cm的不鏽鋼盆搖晃得很厲害，我們推測可能是因為重量不足導致。

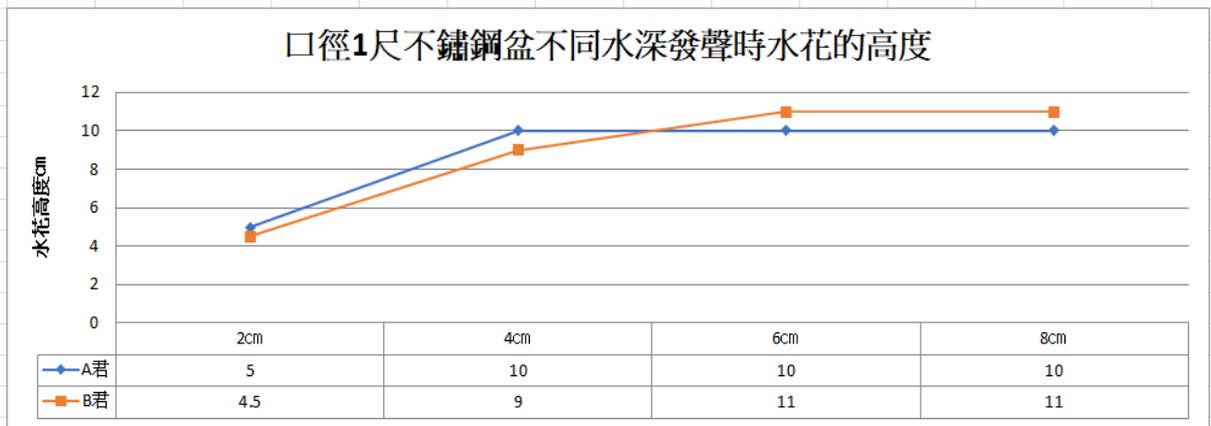


小結：

從以上圖表可發現：

- 1、口徑 22 cm不鏽鋼盆，兩位同學摩擦不鏽鋼盆邊緣兩側時所濺起水花，水深 2 cm時，所測得水花的高度在 2 cm；水深 4 cm至 6 cm時財測得濺起 7 cm至 8 cm高的水花；水深 8 cm時財測得濺起 10 cm至 11 cm高的水花。

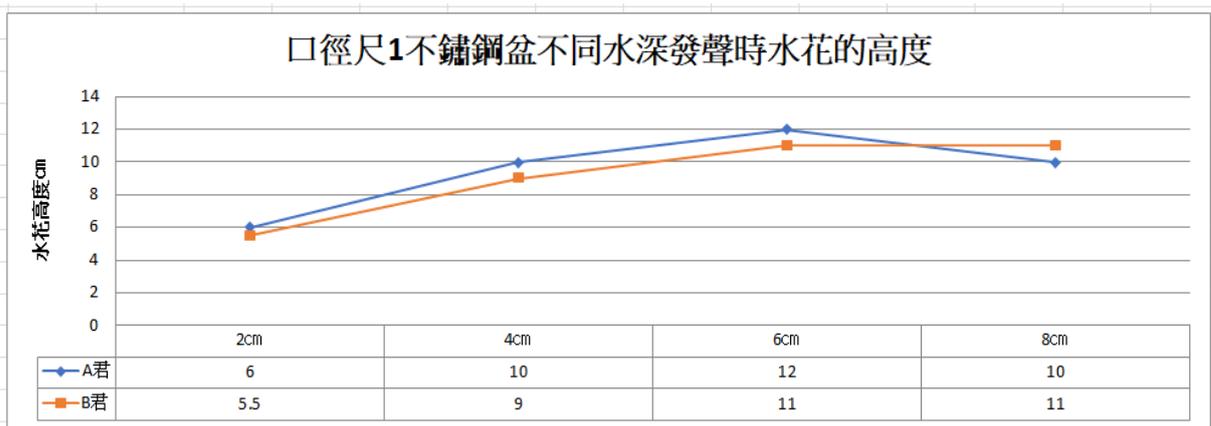
2、在以口徑 22 cm 不鏽鋼盆進行摩擦發聲的實驗時，發現在水深 2 cm 時搖晃得很厲害，我們推測可能是因為重量不足導致。



小結：

從以上圖表可發現：

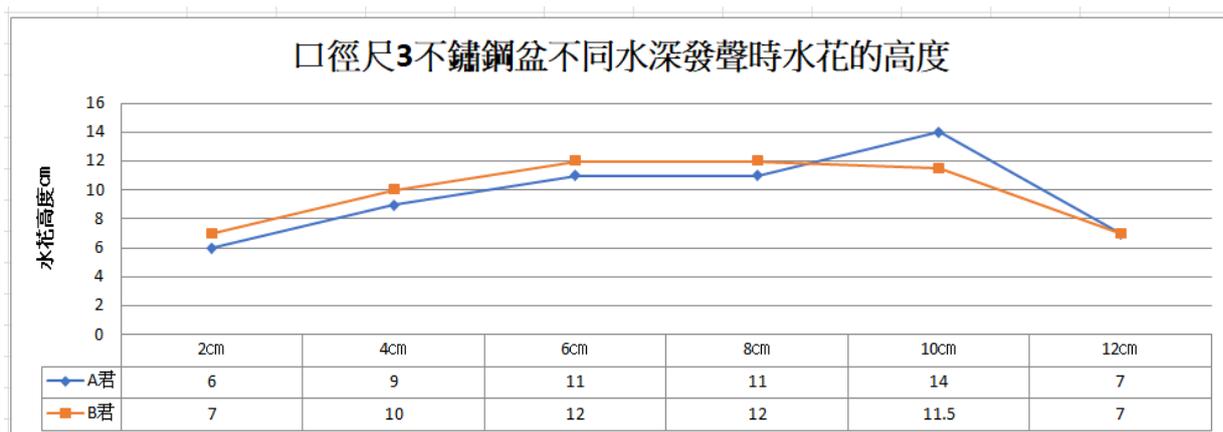
- 1、口徑 1 尺不鏽鋼盆，兩位同學摩擦不鏽鋼盆邊緣兩側時所濺起水花，水深 2 cm 時，所測得水花的高度在 4.5 cm 至 5 cm；水深 4 cm 時財測得濺起 9 cm 至 10 cm 高的水花；水深 6 cm 至 8 cm 時財測得濺起 10 cm 至 11 cm 高的水花。
- 2、在以口徑 1 尺不鏽鋼盆進行摩擦發聲的實驗時，發現在水深 2 cm 時搖晃得比水深 4 cm 時厲害，我們推測可能是因為重量不足導致。



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、口徑尺 1 不鏽鋼盆，兩位同學摩擦不鏽鋼盆邊緣兩側時所濺起水花，水深 2 cm 時，所測得水花的高度在 5.5 cm 至 6 cm；水深 4 cm 時財測得濺起 9 cm 至 10 cm 高的水花；水深 6 cm 至 8 cm 時財測得濺起 10 cm 至 12 cm 高的水花。
- 2、在以口徑尺 1 不鏽鋼盆進行摩擦發聲的實驗時，發現在水深 2 cm 時搖晃得比水深 4 cm 時厲害，我們推測可能是因為重量不足導致。



小結：

從以上圖表可發現：

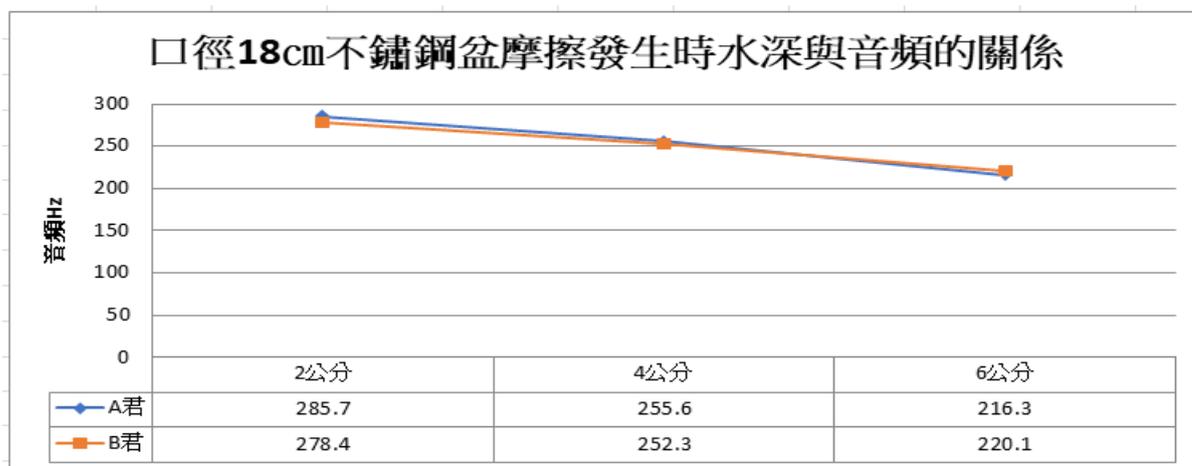
- 1、口徑尺 3 不鏽鋼盆，兩位同學摩擦不鏽鋼盆邊緣兩側時所濺起水花，水深 2 cm 時，所測得水花的高度在 6 cm 至 7 cm；水深 4 cm 時測得濺起 9 cm 至 10 cm 高的水花；水深 6 cm 至 8 cm 時財測得濺起 11 cm 至 12 cm 高的水花；水深 10 cm 時測得濺起 11.5 cm 至 14 cm 高的水花；但水深 12 cm 時測得濺起 7 cm 高的水花。
- 2、在以口徑尺 3 不鏽鋼盆進行摩擦發聲的實驗時，發現在水深 12 cm 時水花濺起來高度並沒有如預期比水深 10 cm 時高，反而急速下降至 7 cm。

問題三、不鏽鋼盆中水的深度對龍洗盆發出聲音時的音頻會有影響嗎？

（研究方法）

- 1、延續問題二的實驗操作。
- 2、在測量「不鏽鋼盆中不同深度的水位所濺起的水花高度」時，立即測量所發出來聲音音量的最大值，和頻率的最高值。
- 3、將所得的數據做進一步的分析，並將分析結果記錄下來。

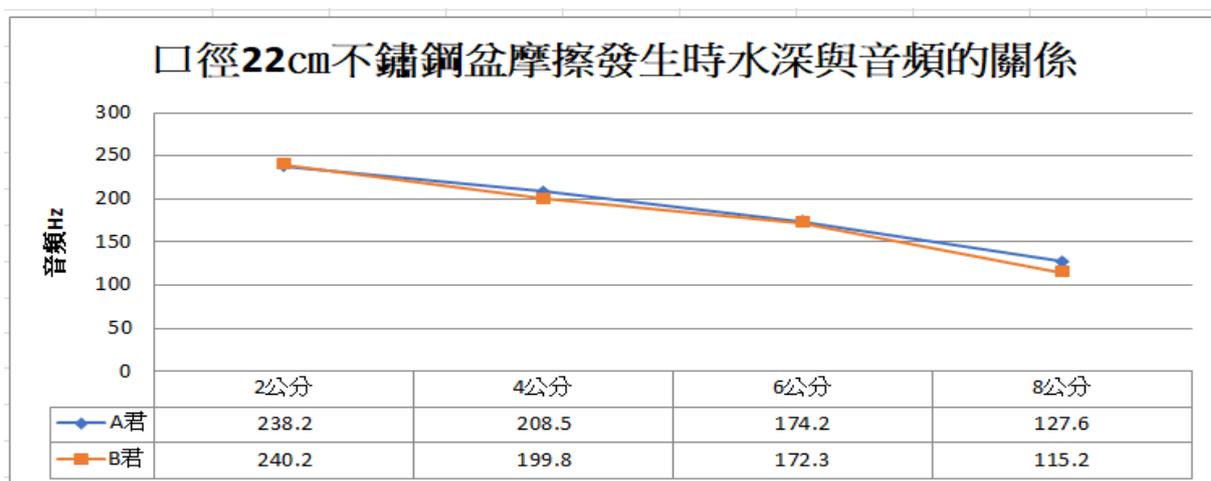
(研究過程與結果)



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、當水位 2 cm深時，不鏽鋼盆裡經摩擦發出聲音時的音頻最高。
- 2、當水位 4 cm深時，不鏽鋼裡經摩擦發出聲音時的音頻第二高。
- 3、當水位 6 cm深時，不鏽鋼裡經摩擦發出聲音時的音頻最低。
- 4、綜合以上資料，我們認為「不鏽鋼盆經摩擦發出聲音時音頻高低的變化和不鏽鋼盆的水位深度變化有密切關係，音頻的數值會隨著水位深度的增加而減少」。



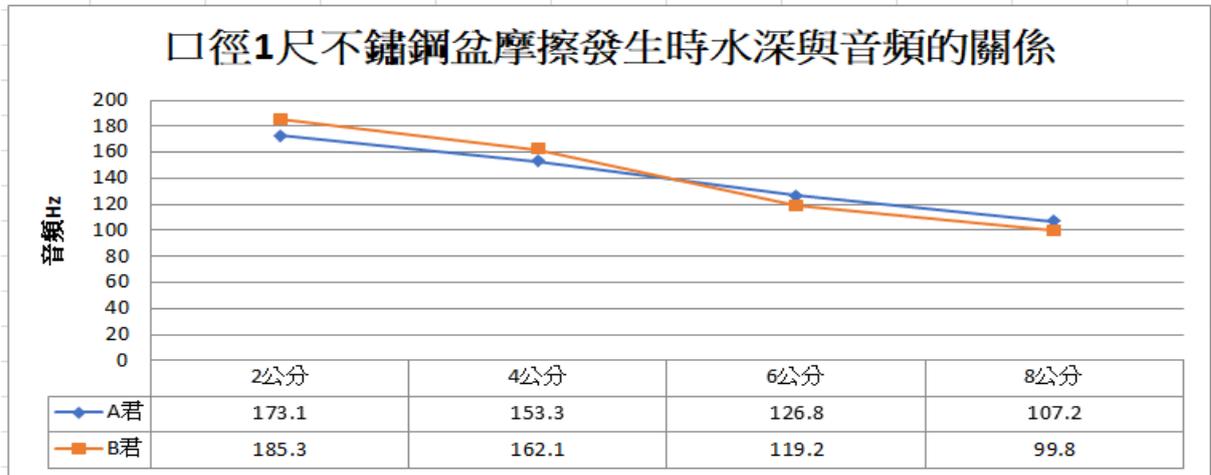
小結：

從以上圖表可發現：

- 1、當水位 2 cm深時，不鏽鋼盆裡經摩擦發出聲音時的音頻最高。
- 2、當水位 4 cm深時，不鏽鋼裡經摩擦發出聲音時的音頻第二高。

3、當水位 8 cm深時，不鏽鋼裡經摩擦發出聲音時的音頻最低。

4、綜合以上資料，我們認為「不鏽鋼盆經摩擦發出聲音時音頻高低的變化和不鏽鋼盆的水位深度變化有密切關係，音頻的數值會隨著水位深度的增加而減少」。



小結：

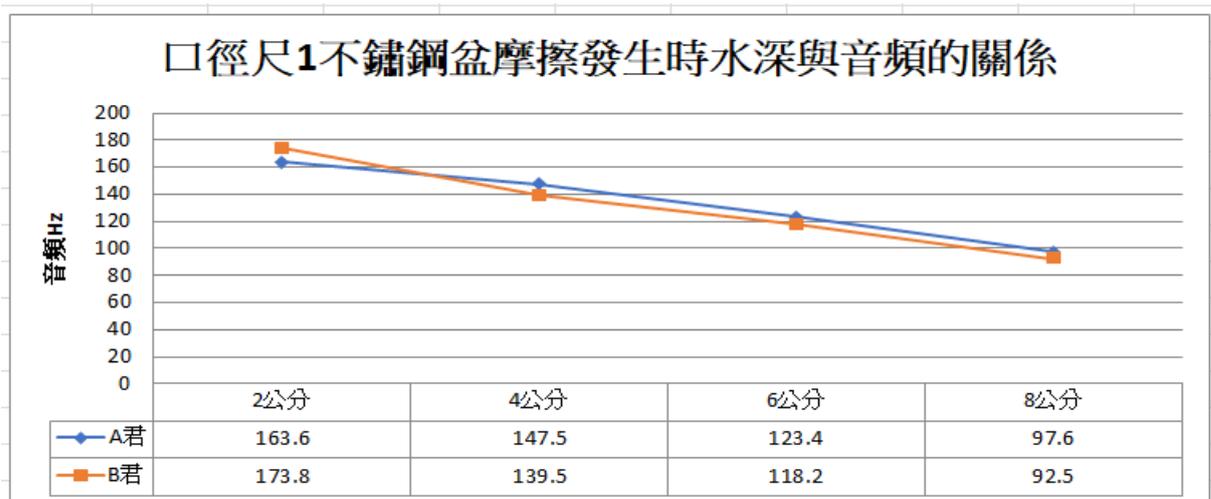
從以上圖表可發現：

1、當水位 2 cm深時，不鏽鋼盆裡經摩擦發出聲音時的音頻最高。

2、當水位 4 cm深時，不鏽鋼裡經摩擦發出聲音時的音頻第二高。

3、當水位 8 cm深時，不鏽鋼裡經摩擦發出聲音時的音頻最低。

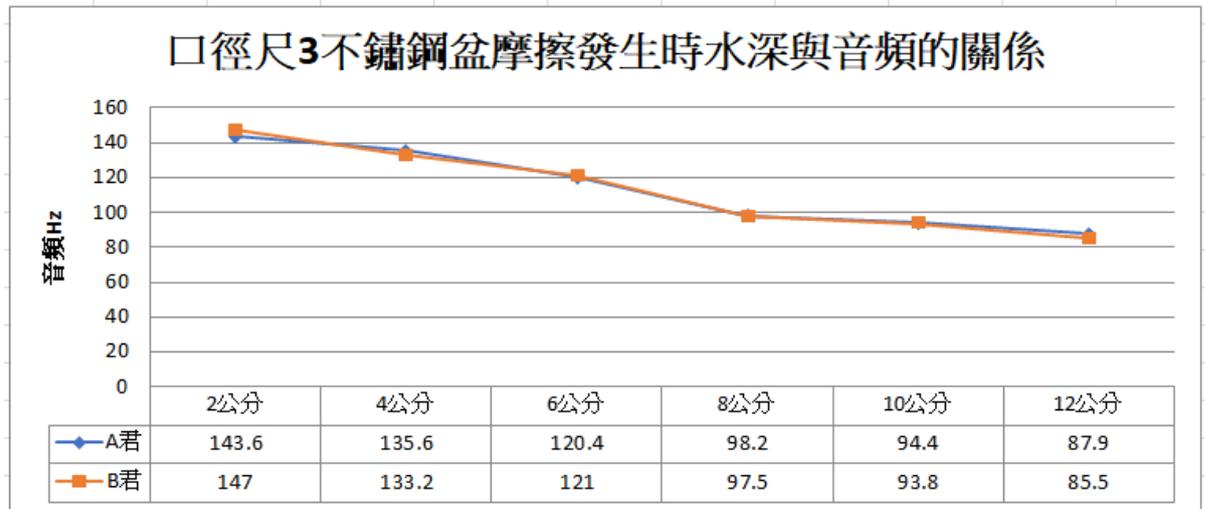
4、綜合以上資料，我們認為「不鏽鋼盆經摩擦發出聲音時音頻高低的變化和不鏽鋼盆的水位深度變化有密切關係，音頻的數值會隨著水位深度的增加而減少」。



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、當水位 2 cm深時，不鏽鋼盆裡經摩擦發出聲音時的音頻最高。
- 2、當水位 4 cm深時，不鏽鋼裡經摩擦發出聲音時的音頻第二高。
- 3、當水位 8 cm深時，不鏽鋼裡經摩擦發出聲音時的音頻最低。
- 4、綜合以上資料，我們認為「不鏽鋼盆經摩擦發出聲音時音頻高低的變化和不鏽鋼盆的水位深度變化有密切關係，音頻的數值會隨著水位深度的增加而減少」。



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、當水位 2 cm深時，不鏽鋼盆裡經摩擦發出聲音時的音頻最高。
- 2、當水位 4 cm深時，不鏽鋼裡經摩擦發出聲音時的音頻第二高。
- 3、當水位 12 cm深時，不鏽鋼裡經摩擦發出聲音時的音頻最低。
- 4、綜合以上資料，我們認為「不鏽鋼盆經摩擦發出聲音時音頻高低的變化和不鏽鋼盆的水位深度變化有密切關係，音頻的數值會隨著水位深度的增加而減少」。

研究結果與討論：

- 1、從口徑 22 cm不鏽鋼盆，一直到口徑尺 3 的不鏽鋼盆，當水深只有 2 cm深時，不鏽鋼盆裡濺起來水花的平均高度是最低的；當水位深度從 2 cm增加至 8 cm時，同樣隨著水位深度的增加，因共振效應產生的水花高度也逐漸增加，這個部分和研究一的研究結果一致。

- 2、在以口徑 18 cm 不鏽鋼盆進行摩擦發聲的實驗時，發現口徑 18 cm 的不鏽鋼盆搖晃得很厲害，我們推測可能是因為重量不足導致。同樣地，口徑 22 cm 不鏽鋼盆、口徑 1 尺不鏽鋼盆、以及口徑 1 尺 1 寸不鏽鋼盆，進行摩擦發聲的實驗時，發現在水深 2 cm 時搖晃得比水深 4 cm 時厲害，我們推測可能是因為重量不足導致。
- 3、在以口徑 3 尺不鏽鋼盆進行摩擦發聲的實驗時，發現在水深 12 cm 時水花濺起來高度並沒有如預期比水深 10 cm 時高，反而急速下降至 7 cm。為什麼水花濺起來的高度會急速下降呢？因為當我們在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦頻率要和兩個把手震動的頻率、龍洗盆震動的頻率一致時，產生共振效應，才會濺起水花；當口徑 3 尺不鏽鋼盆水深 12 cm 時，可能因為水量多和 3 尺的不鏽鋼盆也較重，以雙手在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦產生的震動頻率降低，雖然有接近兩個把手震動的頻率以及龍洗盆震動的頻率，但因頻率降低產生的共振效果變差，所以建起的水花高度也變低。
- 4、以不鏽鋼盆代替龍洗盆同樣進行摩擦發聲的實驗，效果是一樣的。

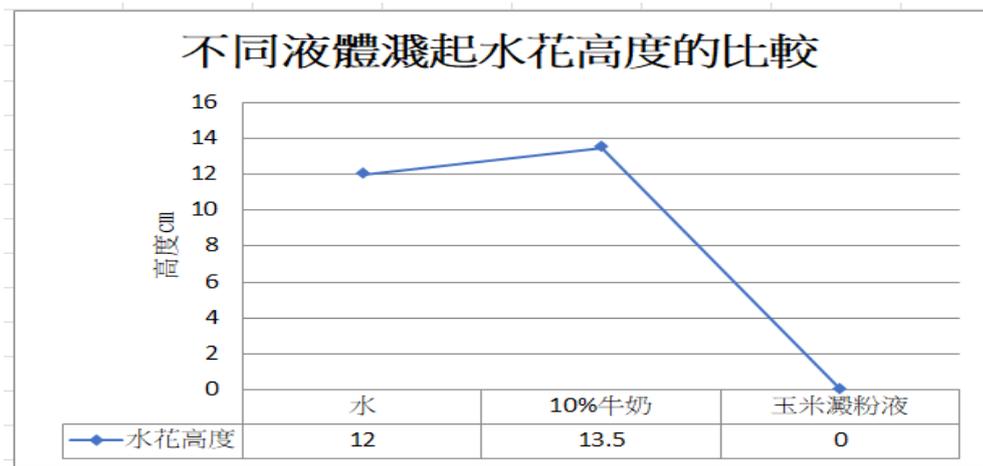
【研究三】探討龍洗盆內液體的種類對龍洗盆震動的影響。

問題一、如果龍洗盆裡面的水改成牛奶或是非牛頓液體的話，會影響濺起來的水花高度嗎？

(研究方法)

- 1、請兩位不同的同學，徒手摩擦水深固定 6 cm 的龍洗盆，測量龍洗盆內水花濺起來高度。
- 2、先用相同深度 6 cm 的牛奶取代龍洗盆裡的水，再重複步驟 1，測量龍洗盆內牛奶濺起來高度。
- 3、再用事先調配好的玉米澱粉液【非牛頓液體】取代龍洗盆裡的牛奶，同樣固定在 6 cm 深，再重複步驟 1，測量龍洗盆內玉米澱粉液濺起來高度。

(研究過程與結果)



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、當龍洗盆內裝水時，所濺起的水花高度為 12 cm；改裝 10%牛奶時，所濺起的水花高度為 13.5 cm；改裝非牛頓液體玉米澱粉液時，所濺起的水花高度為 0 cm。
- 2、從上面的圖表，我們發現 10%的牛奶所濺起來的水花比水還高，但如改成非牛頓液體的玉米澱粉液卻完全沒有水化出現，這倒讓我們有點意外。
- 3、「是不是牛奶所濺起來的水花一定比水高？」我們想在研究四裡再做更深入的研究。

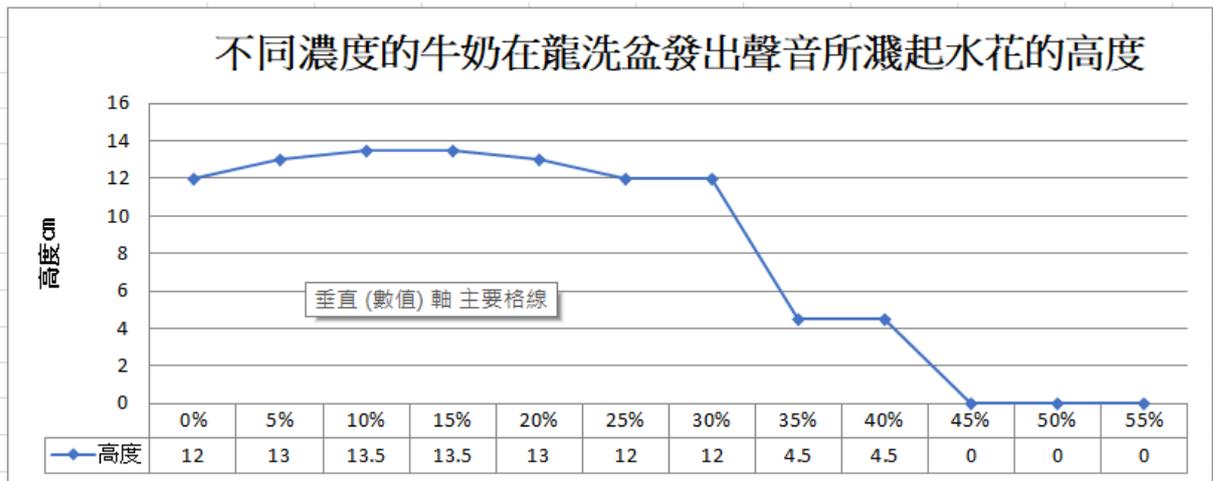
【研究四】探討液體濃度對龍洗盆震動的影響。

問題一、如果龍洗盆裡面的水改成不同濃度牛奶，濺起來水花的高度會有影響嗎？

(研究方法)

- 1、先在龍洗盆裡裝 6 cm深的水，再請兩位同學，徒手摩擦固定 6 cm深的龍洗盆，測量龍洗盆內水花濺起來高度。
- 2、用 5%的牛奶代替龍洗盆裡面的水，先在龍洗盆裡裝 6 cm深的牛奶，再重複步驟 1，測量龍洗盆內牛奶濺起來高度。
- 3、依序比較濃度 5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、55%的牛奶。

(研究過程與結果)



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、當龍洗盆內裝水時，所濺起的水花高度為 12 cm；改裝濃度 5%~20%牛奶時，所濺起的水花高度為 13 cm至 13.5 cm，比裝水時所濺起來水花的高度高；改裝濃度 25%~30%牛奶時，所濺起的水花高度為 12 cm，和裝水時所濺起來水花的高度一樣高；但當龍洗盆裡裝了濃度 35%的牛奶，龍洗盆發出聲音時所濺起的水花高度急速下降至 6 cm；當龍洗盆裡裝了濃度 45%以上的牛奶，龍洗盆發出聲音時所濺起的水花高度更下降至 0 cm。
- 2、當龍洗盆摩擦發出聲音時「牛奶所濺起來的水花和牛奶的濃度有關係」，也就是「牛奶的濃度會影響水花濺起來的高度」。

研究結果與討論：

- 1、把龍洗盆內的水換成濃度 5%~20%的牛奶時，所濺起的水花高度比裝水時所濺起來水花的高度高；但當龍洗盆裡裝了濃度 35%的牛奶，龍洗盆發出聲音時所濺起的水花高度急速下降；當龍洗盆裡裝了濃度 45%以上的牛奶，龍洗盆發出聲音時所濺起的水花高度更下降至 0 cm。
- 2、為什麼濃度 35%以上的牛奶濺起來的高度會急速下降呢？因為當我們在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦頻率要和兩個把手震動的頻率、龍洗盆震動的頻率一致時，產生共振效應，才會濺起水花；當時，可能因為牛奶的濃度偏高，以雙手在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦頻率降低，雖然有接近兩個把手震動的頻率以

及龍洗盆震動的頻率，但因頻率降低產生的共振效果變差，所以建起的水花高度也變低。

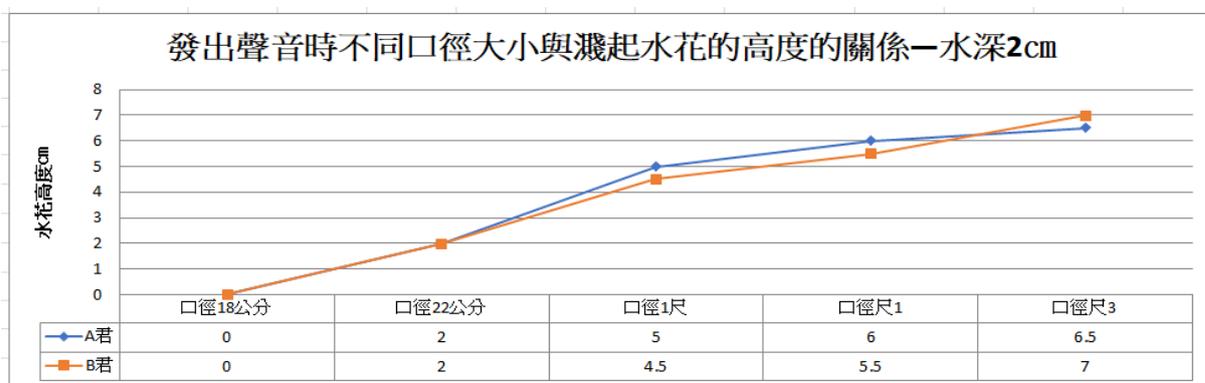
【研究五】探討龍洗盆的口徑大小對龍洗盆震動的影響。

問題一、大小不同口徑的龍洗盆會影響濺起來水花的高度嗎？

(研究方法)

- 1、用不鏽鋼臉盆取代龍洗盆，並在不鏽鋼盆下方墊上防滑墊，以免不鏽鋼盆劇烈搖晃。
- 2、分別使用口徑 18 cm寬 6.5 cm高、22 cm寬 8.5 cm高、1 尺寬 9 cm高、尺 1 寬 9.2 cm高和尺 3 寬 12.1 cm高等五種不同口徑的不鏽鋼臉盆。
- 3、請兩位不同的同學，徒手摩擦水位高度 2 cm的不鏽鋼盆，測量盆內水花濺起來高度。
- 4、每個臉盆依序探討 2 cm、4 cm、6 cm、8 cm、10 cm、至 12 cm等不同水位深度的不鏽鋼盆，測量盆內水花濺起來高度。
- 5、當水的深度 > 不鏽鋼盆高度時，則不做該項實驗。

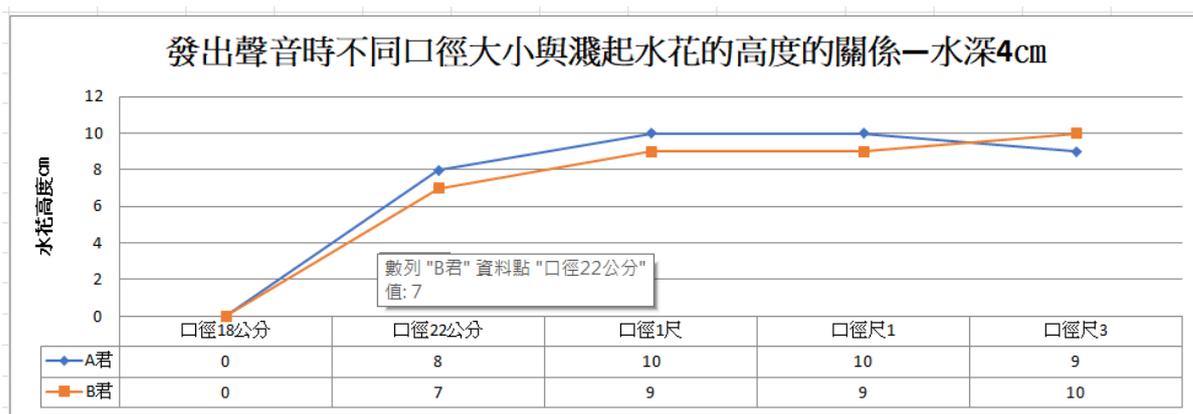
(研究過程與結果)



小結：

從以上圖表可發現：

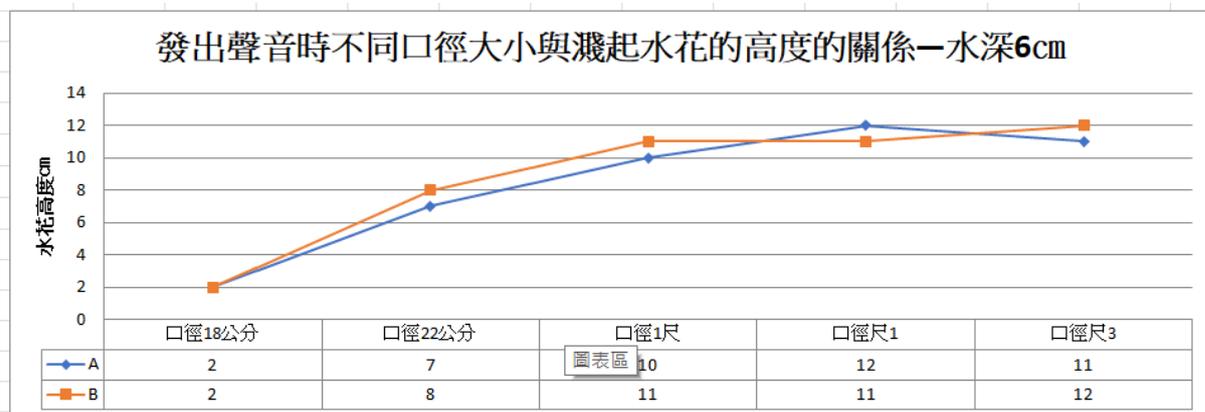
- 1、當不鏽鋼盆內裝 2 cm深的水時，以口徑 18 cm不鏽鋼盆所濺起的水花高度最低，為 0 cm；口徑 22 cm不鏽鋼盆所濺起的水花高度第二低，有 2 cm；口徑尺 3 的不鏽鋼盆所濺起的水花高度最高，有 6.5 cm至 7 cm高。
- 2、不鏽鋼盆所濺起的水花高度，隨著口徑大小的增加而增加。



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、當不鏽鋼盆內裝 4 cm 深的水時，以口徑 18 cm 不鏽鋼盆所濺起的水花高度最低，為 0 cm；其次是口徑 22 cm 不鏽鋼盆所濺起的水花高度，為 7 cm 至 8 cm 高；而口徑 1 尺、口徑 1 尺和口徑 3 尺的不鏽鋼盆所濺起的水花高度幾乎集中在 8 cm 至 10 cm 高。
- 2、不鏽鋼盆所濺起的水花高度，在口徑 18 cm 至口徑 1 尺間，不鏽鋼盆因摩擦發出聲音而濺起的水花高度有隨著口徑增加而變高外，從口徑 1 尺、口徑 1 尺和口徑 3 尺的不鏽鋼盆所濺起的水花高度並沒有隨著口徑大小的增加而增加，水花濺起來的高度幾乎集中在 8 cm 至 10 cm 高。

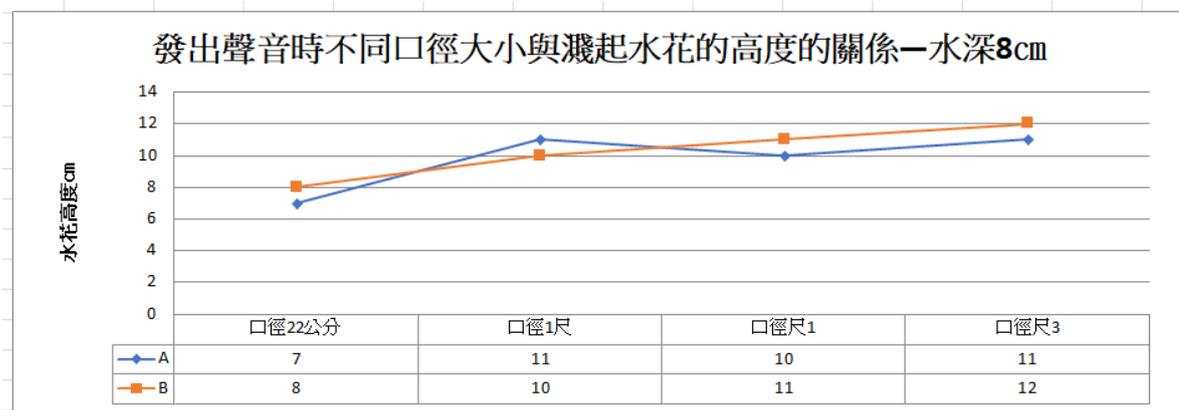


小結：

從以上圖表可發現：

- 1、當不鏽鋼盆內裝 6 cm 深的水時，以口徑 18 cm 不鏽鋼盆所濺起的水花高度最低，為 2 cm；其次是口徑 22 cm 不鏽鋼盆所濺起的水花高度，為 7 cm 至 8 cm 高；而口徑 1 尺、口徑 1 尺和口徑 3 尺的不鏽鋼盆所濺起的水花高度幾乎集中在 10 cm 至 12 cm 高。

2、不鏽鋼盆所濺起的水花高度，在口徑 18 cm至口徑 1 尺間，不鏽鋼盆因摩擦發出聲音而濺起的水花高度有隨著口徑增加而變高外，從口徑 1 尺、口徑尺 1 和口徑尺 3 的不鏽鋼盆所濺起的水花高度並沒有隨著口徑大小的增加而增加，水花濺起來的高度幾乎集中在 8 cm至 10 cm高。



小結：

從以上圖表可發現：

1、當不鏽鋼盆內裝 8 cm深的水時，以口徑 22 cm不鏽鋼盆所濺起的水花高度最低，為 7 cm至 8 cm高；其次是口徑 1 尺不鏽鋼盆所濺起的水花高度，為 10 cm至 11 cm高；而口徑 1 尺、口徑尺 1 和口徑尺 3 的不鏽鋼盆所濺起的水花高度幾乎集中在 10 cm至 12 cm高。

2、不鏽鋼盆所濺起的水花高度，在口徑 22 cm至口徑 1 尺間，不鏽鋼盆因摩擦發出聲音而濺起的水花高度有隨著口徑增加而變高外，從口徑 1 尺、口徑尺 1 和口徑尺 3 的不鏽鋼盆所濺起的水花高度並沒有隨著口徑大小的增加而增加，水花濺起來的高度幾乎集中在 8 cm至 10 cm高。

研究結果與討論：

1、不鏽鋼盆所濺起的水花高度，在口徑 18 cm至口徑 1 尺間，不鏽鋼盆因摩擦發出聲音而濺起的水花高度有隨著口徑增加而變高外，從口徑 1 尺、口徑尺 1 和口徑尺 3 的不鏽鋼盆所濺起的水花高度並沒有隨著口徑大小的增加而增加，水花濺起來的高度幾乎集中在 8 cm至 10 cm高。

- 2、當我們在不鏽鋼盆兩側的邊緣上來回摩擦頻率要和不鏽鋼盆震動的頻率一致時，產生共振效應，才會濺起水花，從研究一，我們知道「隨著水位深度的增加，龍洗盆裡濺起來的水花開始越來越高越來越明顯，但是『龍洗盆裡濺起來的水花高度和龍洗盆水位的深度並沒有成正比例關係』」，因此，我們可以說影響振動頻率的因素主要是和水的深度有關，和不鏽鋼盆口徑大小較無關係。

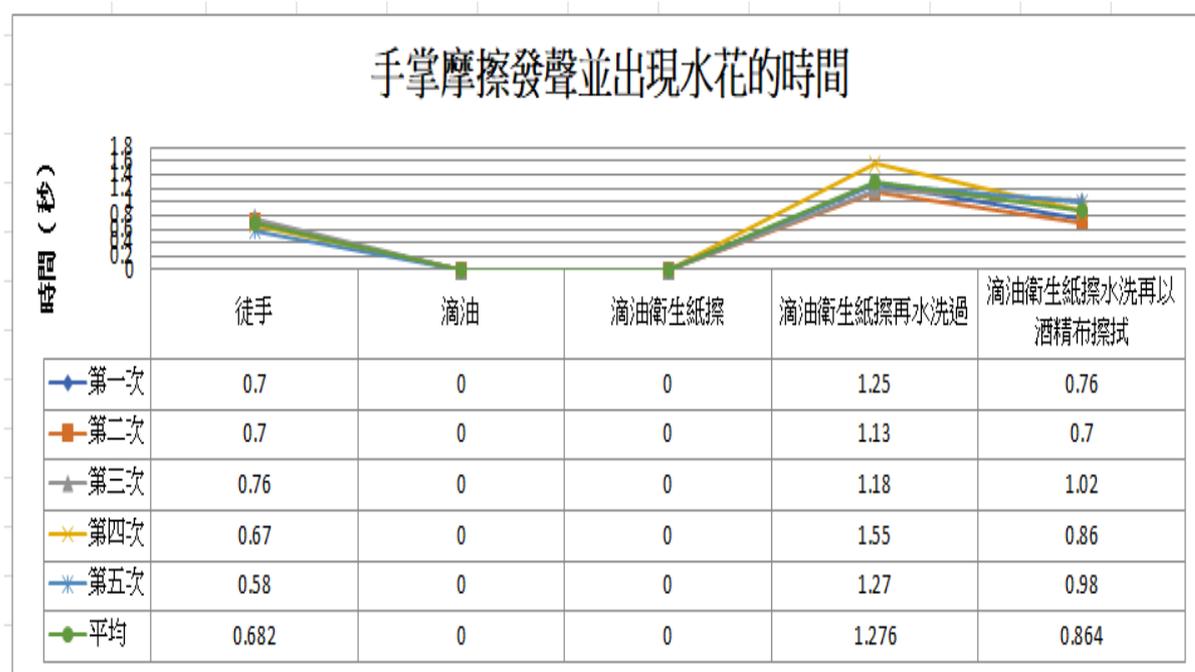
【研究六】找出讓龍洗盆最快濺出水花的方法。

問題一、有沒有方法可以讓龍洗盆很快地濺出水花？

(研究方法)

- 1、先在龍洗盆裡裝上 6 cm 高的水，並在下方墊上防滑墊。
- 2、徒手摩擦水深 6 cm 的龍洗盆兩側的握把，測量龍洗盆內水花濺起來的高度。
- 3、重複步驟 1，並依下列步驟操作：
 - (1)先手掌滴一滴油再以衛生紙擦手，然後在龍洗盆內滴一滴洗碗精，雙手在龍洗盆內以水搓 10 次。
 - (2)先手掌滴一滴油再以衛生紙巾擦手，然後在龍洗盆內滴二滴洗碗精，雙手在龍洗盆內以水搓 10 次。
 - (3)先手掌滴一滴油再以衛生紙巾擦手，然後在龍洗盆內滴三滴洗碗精，雙手在龍洗盆內以水搓 10 次。
 - (4)先手掌滴一滴油再以衛生紙巾擦手，然後在龍洗盆內滴四滴洗碗精，雙手在龍洗盆內以水搓 10 次。
 - (5)先手掌滴一滴油再以衛生紙巾擦手，然後在龍洗盆內滴五滴洗碗精，雙手在龍洗盆內以水搓 10 次。
- 4、找出哪一種高度的水位平均濺起的水花高度最高。

(研究過程與結果)



小結：

從以上圖表可發現：

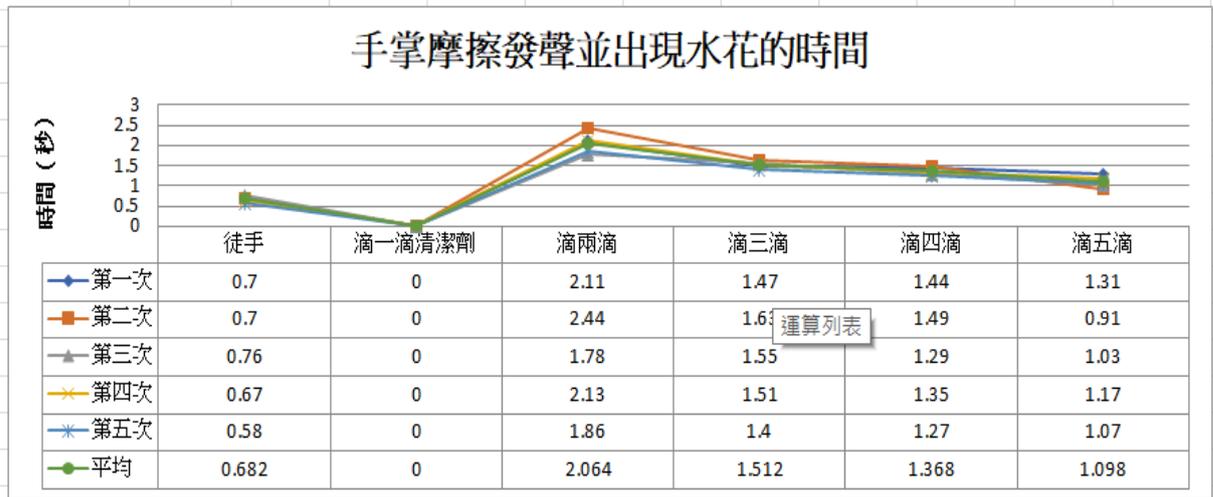
- 1、以徒手摩擦水深 6 cm 的龍洗盆兩側的握把時，龍洗盆發聲並出現水花所需平均時間為 0.682 秒。
- 2、先手掌滴一滴油，再摩擦水深 6 cm 的龍洗盆兩側的握把，摩擦很久還是沒有發出聲音，更沒有水花出現。
- 3、先手掌滴一滴油再以紙巾擦手數次，然後再摩擦水深 6 cm 的龍洗盆兩側的握把，摩擦很久還是沒有發出聲音，更沒有水花出現。
- 4、先手掌滴一滴油再以紙巾擦手數次並水洗過，然後再摩擦水深 6 cm 的龍洗盆兩側的握把，龍洗盆發聲並出現水花所需平均時間為 1.276 秒。
- 5、先手掌滴一滴油再以紙巾擦手數次，以酒精布擦拭把手數次，然後再摩擦水深 6 cm 的龍洗盆兩側的握把，龍洗盆發聲並出現水花所需平均時間為 0.864 秒。

（研究方法）

- 1、先在龍洗盆裡裝上 6 cm 高的水，並在下方墊上防滑墊。
- 2、以徒手摩擦水深 6 cm 的龍洗盆兩側的握把，測量龍洗盆內水花濺起來的高度。
- 3、重複步驟 1，並依下列步驟操作：

- (1)先手掌滴一滴油。
- (2)先手掌滴一滴油再以紙巾擦手。
- (3)先手掌滴一滴油再以紙巾擦手後再水洗過。

(研究過程與結果)



小結：

從以上圖表可發現：

- 1、以徒手摩擦水深 6 cm 的龍洗盆兩側的握把時，龍洗盆發聲並出現水花所需平均時間為 0.682 秒。
- 2、先手掌滴一滴油再以衛生紙巾擦手，然後在龍洗盆內滴一滴洗碗精，雙手在龍洗盆內以水搓 10 次，再摩擦水深 6 cm 的龍洗盆兩側的握把，我們發現：
 - (1)在龍洗盆水中滴一滴清潔劑後，幾乎沒有效果，因摩擦很久也是沒發出聲音，更沒有水花出現。
 - (2)在龍洗盆水中滴二滴清潔劑後，平均需 2.064 秒的摩擦才有聲音並出現水花。
 - (3)在龍洗盆水中滴三滴清潔劑後，平均需 1.512 秒的摩擦才有聲音並出現水花。
 - (4)在龍洗盆水中滴五滴清潔劑後，平均需 1.098 秒的摩擦才有聲音並出現水花。
 - (5)在龍洗盆水中滴越多滴的清潔劑，摩擦有聲音並出現水花所需的平均時間會減少。

研究結果與討論：

- 1、在雙手滴上一滴油後，如果單純以衛生紙擦過，是無法讓龍洗盆發出聲音和濺起水花的，這一點剛好印證文獻探討中所提到的「雙手一定要洗乾淨，因手上的油脂會降低摩擦的效果」。
- 2、如果事先有以酒精布擦拭過，或是在水中加入適量的清潔劑，就可以很快的讓龍喜盆發出聲音並濺起水花，因為手上和握把上的油脂經過酒精布擦拭或清潔劑清洗過後，可以讓手和握把間有一定的摩擦效果。

肆、研究結論

- 1、在「探討龍洗盆內水的深度對龍洗盆震動的影響」時，我們發現：當我們在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦頻率較高時，會因水位深度太淺，使得兩個把手震動的頻率也偏高，此時龍洗盆震動的頻率也偏高，所產生的水波紋的高度較低，經過共振效應，所建起的水花高度也較低；但隨著水位深度的增加，兩個把手震動的頻率也開始降低，此時龍洗盆震動的頻率也逐漸降低，所產生的水波紋的高度也開始增加，經過共振效應，所建起的水花高度也開始增加。當水位深度只有 2 cm 深時，因水位深度太淺，兩個把手震動的頻率也偏高，此時龍洗盆震動的頻率也偏高，所產生的水波紋的高度較低，經過共振效應，龍洗盆裡濺起來水花的平均高度是最低的；當水位深度從 2 cm 增加至 6 cm 時，水位深度增加，兩個把手震動的頻率也開始降低，此時龍洗盆震動的頻率也逐漸降低，所產生的水波紋的高度也開始增加，經過共振效應，所建起的水花高度也開始增加。隨著水位深度的增加，龍洗盆裡濺起來的水花開始越來越高越來越明顯，但是「龍洗盆裡濺起來的水花高度和龍洗盆水位的深度並沒有成正比例關係」，因此當水位深度從 8 cm 增加至 10 cm 時，濺起水花的高度不但沒有繼續增加，高度反而變低了。因為當我們在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦頻率要和兩個把手震動的頻率、龍洗盆震動的頻率一致時，產生共振效應，才會濺起水花；當水深從 8 cm 增加至 10 cm 時時，可能因為水量多較重，以雙手在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦產生的震動頻率降低，雖然有接近兩個把手震動的頻率以及龍洗盆震動的頻率，但因頻率降低產生的共振效果變差，所以建起的水花高度也變低。
- 2、以不鏽鋼盆代替龍洗盆同樣進行摩擦發聲的實驗，當水深只有 2 cm 深時，不鏽鋼盆裡濺

起來水花的平均高度是最低的；當水位深度從 2 cm 增加至 8 cm 時，同樣隨著水位深度的增加，因共振效應產生的水花高度也逐漸增加，這個部分和龍洗盆水花高度的研究結果是一致的。效果是一樣的。

- 3、當水量多較重時，以雙手在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦產生的振動頻率降低，雖然有接近兩個把手震動的頻率以及龍洗盆震動的頻率，但因頻率降低產生的共振效果變差，所以建起的水花高度也變低。
- 4、在「探討龍洗盆內液體的種類對龍洗盆震動的影響」，把龍洗盆內的水換成濃度 5%~20% 的牛奶時，所濺起的水花高度比裝水時所濺起來水花的高度高；但當龍洗盆裡裝了濃度 35% 的牛奶，龍洗盆發出聲音時所濺起的水花高度急速下降；當龍洗盆裡裝了濃度 45% 以上的牛奶，龍洗盆發出聲音時所濺起的水花高度更下降至 0 cm；為什麼濃度 35% 以上的牛奶濺起來的高度會急速下降呢？因為當我們在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦頻率要和兩個把手震動的頻率、龍洗盆震動的頻率一致時，產生共振效應，才會濺起水花；當時，可能因為牛奶的濃度偏高，以雙手在龍洗盆邊緣兩側的「把手」上來回摩擦產生的振動頻率降低，雖然有接近兩個把手震動的頻率以及龍洗盆震動的頻率，但因頻率降低產生的共振效果變差，所以建起的水花高度也變低。
- 5、當我們在不鏽鋼盆兩側的邊緣上來回摩擦頻率要和龍洗盆震動的頻率一致時，產生共振效應，才會濺起水花，從研究一，我們知道「隨著水位深度的增加，龍洗盆裡濺起來的水花開始越來越高越來越明顯，但是『龍洗盆裡濺起來的水花高度和龍洗盆水位的深度並沒有成正比例關係』」，因此，我們可以說影響振動頻率的因素主要是和水的深度有關，和不鏽鋼盆口徑大小較無關係。
- 6、在雙手滴上一滴油後，如果單純以衛生紙擦過，是無法讓龍洗盆發出聲音和濺起水花的，這一點剛好印證文獻探討中所提到的「雙手一定要洗乾淨，因手上的油脂會降低摩擦的效果」。如果事先有以酒精布擦拭過，或是在水中加入適量的清潔劑，就可以很快的讓龍喜盆發出聲音並濺起水花，因為手上和握把上的油脂經過酒精布擦拭或清潔劑清洗過後，可以讓手和握把間有一定的摩擦效果。

伍、參考資料及其他

一、心得

謝謝老師在這次的實驗中耐心和細心教導我們和鼓勵我們，讓這次的實驗過程非常順利進行，也謝謝同學們的陪伴下和努力下，才有這麼好的一個結果。

二、參考資料：

科學玩具—聲學—龍吟波起（大人篇）•（2013年1月1日）• 科學玩具柑仔店（Darling の優）• 取自 https://kingdarling.blogspot.com/2013/01/blog-post_4701.html

周祥順•（2009年11月30日）• 科技大觀園 威震八方的共振• 海洋大學光電學研究所• 取自 <https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/c000008/detail?ID=cea69a29-64b3-4f72-b7a2-73917ceb4a21>

張建騰/金湖•（2011年3月10日）• 聲光饗宴特展龍洗盆好炫可噴水起舞• 金門日報• 取自 <https://www.kmdn.gov.tw/1117/1271/1272/192998/>