

嘉義市第 38 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：走出鏡子的影像~透光鏡現象之研究

關鍵詞：魔鏡、反射、成相

編號：

摘要：日本從江戶時代就流傳著一種名為魔鏡的手藝，這種魔鏡是可以透過光線的反射將鏡子背後的圖案投射到牆面上的，而投射出影像的鏡子表面，肉眼是看不出表面有任何的痕跡的，本研究的目的是想利用生活中簡易可得物品來將這樣神乎其技的技術再現。

壹、研究動機：

這學期我們的自然領域教到光的三個特性，分別是直線前進以及反射跟折射，而關於反射這個特性，課本提到的是鏡子會把光反射出去，或是反映出鏡子前面的影像，但是如果影像是在鏡子本身呢？又會有甚麼效果，關於這個問題，老師曾經說過日本有一種鏡子可以把鏡子背面的東西透過光反射出來，而且鏡子表面肉眼是無法察覺上面有東西的，根據《魏志倭人傳》記載，西元 238 年，日本曾派遣大夫難升米、副使都市牛利出使魏國，獻男生口四人，女生口六人、班布二匹二丈。獲賜親魏倭王之金印紫綬和以絳地交龍錦五匹、絳地縹粟罽十張、蒨絳五十匹、紺青五十匹，答汝所獻貢直。又特賜汝紺地句文錦三匹、細班華罽五張、白絹五十匹、金八兩、五尺刀二口、銅鏡百枚、鉛丹、真珠各五十斤。並難升米為率善中郎將，牛利為率善校尉，銀印青綬。而在三國時代所賜予的銅鏡百枚，就是這種可以將鏡子背面的東西透過光反射出來的神奇鏡子；而在 16 世紀的江戶時代，演變出一種叫做魔鏡的透光鏡，甚至變成了信仰的載體。來自歐洲的傳教士在日本傳播天主教，使得當時的日本幕府大為不安，因為天主教中神的地位威脅到了他們的統治地位，他們害怕民眾一旦信奉了天主教之後，會因此不服從統治，因此禁止信奉天主教。如果在公開場合表明自己是天主教徒，可能會被處決；當時教徒們為了互相識別，就製作了透光鏡。透光鏡在明亮的平行光的照射下，能夠顯示出背後的天主圖案，把耶穌基督的聖像跟十字架投射在牆面上，讓教徒來進行祈禱，而這種奇異的光線折射方式，引起我們對於這種現象的興趣，所以我們就決定對這樣現象進行研究。

貳、研究目的

- 一、如何讓透光鏡的現象可以透過簡易的操作在現實生活中實現
- 二、透過透光鏡原理，運用在小朋友的物品名牌上，以確保個資不會第一時間被有心人士獲知。

參、研究設備及器材

7cm 見方黃銅片、7cm 見方紅銅片、7cm 見方鋁片、鐵筆、銅油、木板、雷射雕刻機、版畫壓印機、手電筒、量角器、鐵尺、智慧型手機

肆、 研究過程或方法

問題一:古代的銅鏡是屬於黃銅鏡，那麼我們可以模仿類似的效果出來嗎?

準備材料:黃銅片、鐵筆、銅油、木板、雷射雕刻機、版畫壓印機

原理假設:只要在黃銅片上留下痕跡，控制在肉眼無法看出來的深度，理論上應該可以透過光將圖案反射出來。

實驗一:如果用鐵筆在黃銅片上畫圖，是否可以將圖案反射出來?

步驟一:準備鐵筆與黃銅片

步驟二:在黃銅片上用鐵筆直接作畫



步驟三:在黃銅片上畫圖，再利用 LED 手電筒進行反射



步驟四:反射圖案不清楚，推測是銅片表面氧化，以致光線反射效果不佳，利用銅油進行表面擦拭，再進行反射。



步驟五:經銅油擦拭後的黃銅片，反射效果相當好，圖案也清晰，只是線條會有放大的效果。



小結:黃銅片經過鐵筆刻畫，可以在表面畫出一些痕跡，但是背面卻不容易以肉眼看出其痕跡的凸痕，而這樣的凸痕可以經過光線的反射，將其圖案顯現在投影中，而這似乎符合透光鏡能夠投射出圖案的原理，只是除了鐵筆刻畫之外，是否還有其他的方式可以造成同樣的效果。

實驗二:如果利用雷射雕刻機在木板上雕刻圖案，再利用版畫壓印機將圖案壓制在黃銅片上，是否可以造成同樣的效果?

步驟一:準備將圖案利用雷射雕刻機刻在木板上



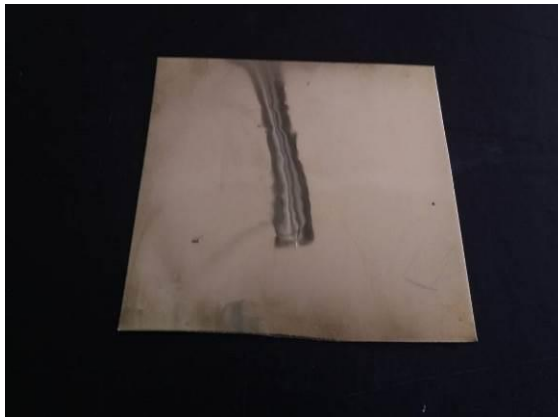
步驟二:將黃銅片與木板利用版畫壓印機，將圖案壓在黃銅片上。



步驟三:利用 LED 手電筒進行黃銅片圖案的反射



步驟四:利用銅油進行表面擦拭，再進行反射。



步驟五:經銅油擦拭後的黃銅片，反射效果尚可，圖案可模糊看出，只是部分線條放大後過於模糊。

小結:

- 一、 透過雷雕機所雕刻出來的圖案，經過版畫壓印機的高壓輾印，是可以把雷雕在木板上的圖案痕跡留在黃銅片上的，不過在使版畫壓印機時須注意壓印機的滾筒是否有平整，不然很容易在黃銅片上留下其他的痕跡。
- 二、 壓印出來的圖案跟用鐵筆刻畫出來的圖案比起來較不明顯，仔細觀察跟其筆觸的深淺有關，因此如果要利用壓印的方式，圖案的線條盡量簡單不要複雜，不然很容易變形。
- 三、 黃銅片經過壓印機的滾輪輾壓，很如映造成黃銅片變形，若是可以利用工業用平板壓印機來印製的話，相信效果會更加良好。

問題二:反射的最佳距離與角度是多少?

準備材料:黃銅片、手電筒、量角器、鐵尺

原理假設:反射圖案會因為距離與角度產生變化，要如果找出最佳的投影距離與光照角度

實驗一:透過角度的變化，找出最佳的光照與反射角度

步驟一:利用大量角器測量光照入射角度

步驟二:透過角度的變化找出最佳的光照角度

步驟三:分別對光照 10 度、20 度、30 度、40 度、50 度進行實驗。



光照角度是 10 度時，圖案幾乎無法成相。



光照角度是 20 度時，成相亦不甚清楚。



光照角度是 30 度時，開始有成相的感覺，不過影像變形的有點嚴重



光照角度是 40 度時，成相已經較為清楚了(如果可以調整一下投影螢幕的角度會更好!)



光照角度是 50 度時，圖案成相又開始變形了。

小結:經過實際測試，光照角度在 40 度時會取得較好的成相，而光照角度太大或太小都應造成投射圖案的變形與不清晰，此外黃銅片與投射面的角度也需要適時的調整會比較清晰，因為本次研究尚未找到精確調整投射面角度的測量方式，一切都是以手動為主，相關測量方式將是爾後研究改進之處。

實驗二:透過固定角度，反射距離的變化，找出最佳的反射距離。

步驟一:利用鐵尺進行光照距離測量

步驟二:透過光照距離的變化找出最佳的反射距離

步驟三:分別對距離 2cm、4cm、6cm、8cm、10cm、12cm 進行實驗。



2 公分的成相，雖可見但模糊



4 公分的成相，較為清晰，但仍模糊



6 公分的成相，圖案清晰



8 公分的成相，清晰帶點失焦的感覺



10 公分的成相，可見到圖案但較為模糊

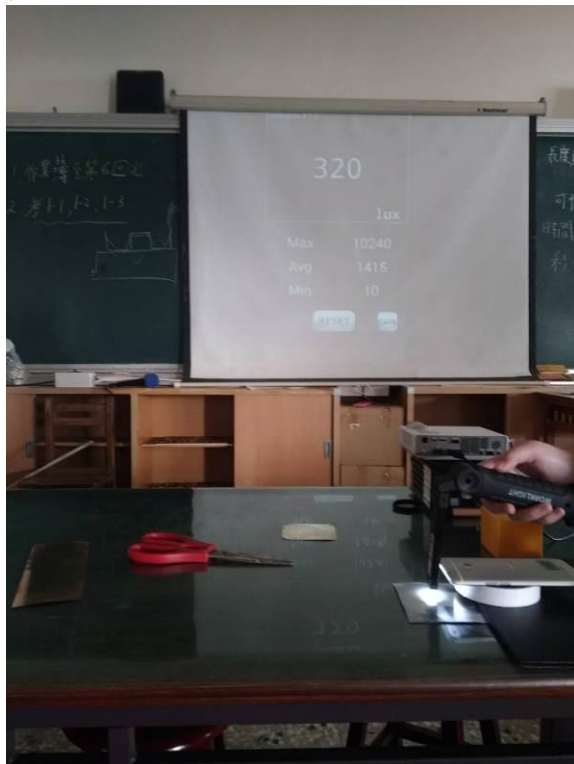


12 公分的成相，圖案模糊不清

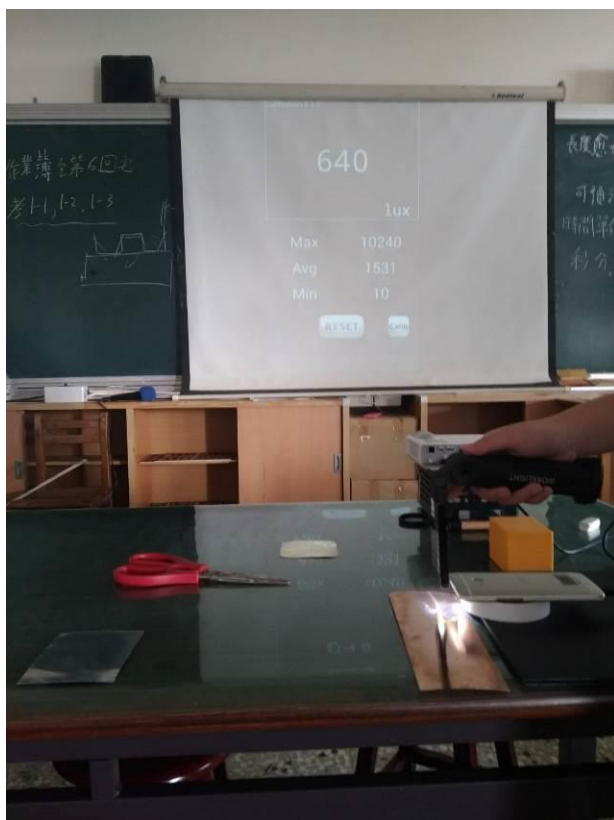
小結:經實驗測試，7 公分見方之黃銅片距離光源最佳距離為 6 公分，而隨著黃銅片表面的光亮程度越佳，會讓影相投射的清晰度越高。

實驗三:其他材質是否可以達到相同的效果。(本研究以鋁片、紅銅片來與黃銅片進行比較)

步驟一:利用手機進行鋁片、紅銅片及黃銅片的光反射照度測量



鋁片表面易氧化，光反射為 320lux



紅銅片表面氧化時，光的反射為 640lux

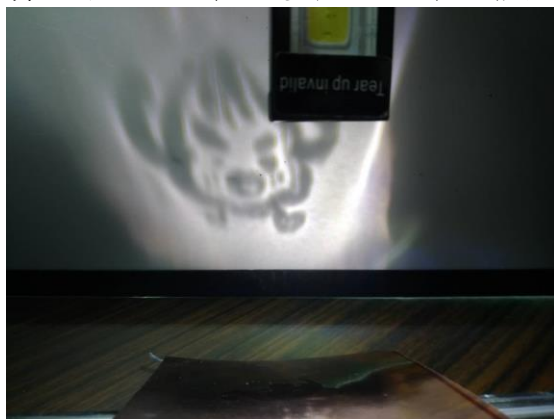


黃銅片表面氧化時，光反射為 1280lux

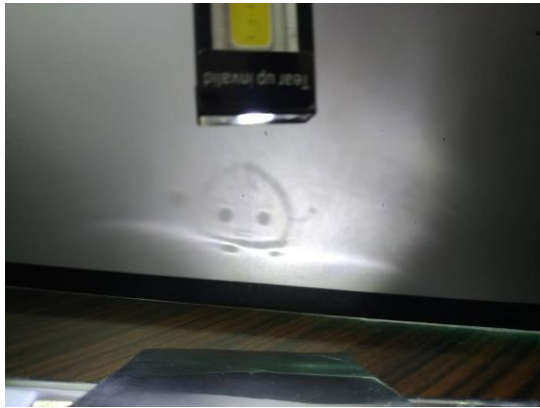
步驟二:透過相同條件比較鋁片、紅銅片及黃銅片的投影效果(均用銅油擦拭過)



黃銅片經銅油擦拭後所投射出來的影相，清晰較未變形及失焦



紅銅片經銅油擦拭後所投射出來的影相，清晰但略帶失焦



鋁片經銅油擦拭後所投射出來的影相，較不清晰且隨時間的氧化影相會更模糊。

小結：當黃銅片、紅銅片及鋁片經過銅油擦拭，讓表面呈現最光亮的情況時，都可以投射出清晰的影相，但是因為氧化情形，會造成鋁片的投射效果較紅銅片差，紅銅片的效果又會劣於黃銅片。（保持金屬表面的光亮與保持其不易氧化，才能成為最佳的投射材質，不過考量到小朋友能容易操作，不鏽鋼就不列入我們實驗的材質中了，所以目前以黃銅片為最佳材質）

伍、 研究結果:

- 一、 關於透光鏡的影像投射，主要是因為鏡面本身的凹凸太過細微，肉眼不易察覺，所以會造成此一神奇之效果。
- 二、 關於7公分見方的黃銅片最佳的光照角度為40度，最適投射距離為6公分。
- 三、 關於投射效果目前最好的材質為黃銅片，因為材質較易保存其表面光亮。

陸、 討論

關於黃銅片的投射，只要將表面的凹凸控制在肉眼無法察覺的深度時，就可以造成鏡面投影圖像的神奇效果，但是經過我們實作之後，似乎那一層神秘的面紗就蕩然無存了，彷彿就像是魔術戲法一樣，一旦知道它的技巧竅門，就不再神秘了。

不過在本次的研究中還是有些美中不足的地方，像投影面角度的量測以及是否能有更標準化的刻畫方式，讓圖案可以最清楚，但是又看不出痕跡，這些精準畫的部分都是我們下一步需要再去研究，畢竟這個議題可以找到的資料真的很少，連日本保留這一項技術的匠人都只剩一個而已，所以未來研究的路似乎還蠻漫長的。

關於這一項技術似乎可以用在改善小朋友的安全方面，因為肉眼不易察覺的特性，如果將這個技術運用在名牌製作上，可以避免小朋友因為名牌被有心人士一眼識出，而被加以利用拐騙；另一方面也可以讓小朋友東西遺失時，可以透過光投射名牌內容而找到主人。

柒、 結論

透光鏡的實驗對於初學到光的特性的小朋友來說，是一個相當具有吸引力的實驗活動，而且光的運用常常會帶給人一種神聖感，因此利用光的技術來詐騙的情事也常常發生，透過透光黃銅片的實作，讓孩子理解這樣的原理，一方面可以讓他們對光的科學實驗更有興趣，也可以讓孩子長大後降低一點被江湖術士詐騙的機會。

另外關於透光片的技術運用，若可以運用在名牌製作上，一方面可以保護孩子的安全，另一方面也可以讓孩子的遺失物可以早日物歸原主，這也是對孩子的安全能更盡一份心力，是本作品所能提供的另一貢獻。

捌、 參考資料及其他:

<https://sunchi.jp/sunchilist/kyoto/12820>

<https://www.japaholic.com/tw/article/60511/>

<https://www.bannedbook.org/bnews/zh-tw/funmedia/20191114/1223381.htm>

!

<https://www.epochtimes.com.tw/n169530/%E8%A5%BF%E6%BC%A2%E9%AD>

[%94%E9%8F%A1%E5%85%89%E7%B7%9A%E4%B8%80%E7%85%A7%E9%8A%85%E9%8F%A1%E4%B8%8A%E7%B4%8B%E9%A3%BE%E5%8F%AF%E6%8A%95%E5%BD%B1-%E5%8E%9F%E5%9B%A0%E6%98%AF%E2%80%A6%E2%80%A6.html](#)