

有了它——我不再「望圖心怕」了

高小組應用科學第一名

宜蘭縣成功國小

作者：張慈瑩、賴宜璇
林白婷、游婷寧
等 8 人

指導教師：張春發、楊鏗淮

一、研究動機

在很多門功課中，最感頭痛的，便是放學後的家庭功課——畫地圖。因為我對繪畫實在不行，又聽到同學們說三指四，心裏好不難過，在心中真存有着「望圖心怕」的感受。於是便邀請幾位同學去請教老師，解決繪圖的煩惱，消除心中「望圖心怕」的感受。

二、研究目的

市面上雖然有製圖儀器，但是售價昂貴，況且其操作方法更不是我們一般小學生都會使用，因此我們才想到有沒有更簡便的「繪圖擴大器」讓我們使用起來方便些，解決我們繪圖的困難。

- (一)探尋鬆緊帶的伸張奧妙。
- (二)利用鬆緊帶的伸縮性質，製作簡單的繪圖擴大器，解決繪畫地圖的困難。
- (三)製作的繪圖擴大器還可利用到那些事物上。

三、研究設備器材

(一)鬆緊帶 (二)圖釘 (三)直尺 (四)鉛筆或原子筆 (五)複寫紙 (六)社會課本第十冊 (七)記錄用紙 (八)玻璃或壓克力板一小塊 (九)改良後的繪圖擴大器。

四、研究過程及方法(實驗觀察—探討比較—結果報告)

(一)實驗觀察：

1 嘗試實驗：探求描繪圖形的簡便方法。

(1)首先分成四組，嘗試各種繪畫地圖的方法，將繪畫過程中所發現的問題記錄起來，探尋利用什麼方式來繪畫地圖較方便，也較正確。

實驗一：利用半透明紙，將原圖描繪起來，再用複寫紙描繪在作業簿上或圖畫紙上。

發現：1 只要描繪得正確，其形狀大小完全和原圖相似。

2 繪畫出來的地圖，其大小不能和作業簿上的格紙配合。

3 費了15分鐘才完成。

實驗二：將所要描繪的原圖墊在作業簿格紙下，按其輪廓來描繪。

發現：1 只要描繪得精確，其形狀大小完全和原圖相似。

2 看原圖的輪廓很吃力，有些部份看的不清楚，因為作業簿紙張太厚了。

3 如果將其墊在透光的窗戶上來描繪，容易滑動也很不方便。

4 費了12分鐘才完成。

實驗三：利用在數學課本上所學到的繪畫擴大圖的方法來繪圖。

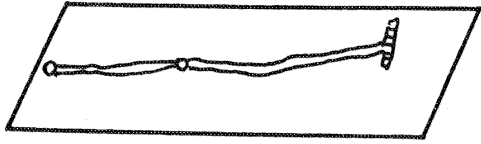
發現：1 打方格如果不正確，所繪畫出來的擴大圖也不正確。

2 會把原圖污損。

3 費了27分鐘才完成。

實驗四：利用一端固定在桌上的鬆緊帶的伸縮性質來繪圖。

老師指導使用方法：(1)鬆緊帶（長度約40公分，寬度1公分）的另一端繫上鉛筆或原子筆(2)取一枚圖釘任意穿在鬆緊帶上。(3)將所要繪畫的地圖放置在圖釘下。(4)拉動



繫上的鉛筆，讓該枚圖釘描繪原圖的輪廓就能原圖畫出來了。

發現：1 繪畫出來的地圖太大了，有些部份畫不進去。

2 描繪原圖的圖釘移動並不靈活，有時還會帶動原圖。

3 鬆緊帶的伸張性質很奧妙且很柔和。

(2)經過以上四種嘗試繪圖方法的實驗後，我們共同發現「實驗四」利用鬆緊帶的伸張性質來繪圖很方便又很奇怪，值得進一步的去研究去發現，於是我們再由老師指導，決定利用鬆緊帶再進一步的從事第二種實驗。

勺、探尋鬆緊帶的伸張變化情形。

方法：搜集各種鬆緊帶：

①我們找遍了百貨店共尋購到七種不同寬度的鬆緊帶各60公分（寬度有0.3公分、0.5公分、0.8公分、1公分、1.2公分、2公分、3公分）。

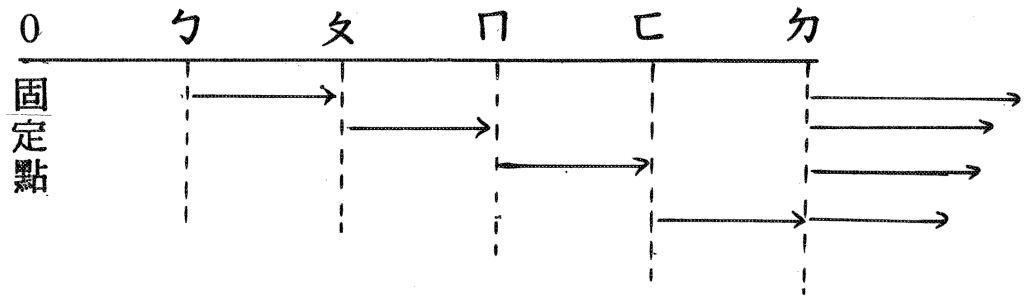
②在每一種鬆緊帶上以1公分為單位畫一記號，畫到30公分（如0、勺、夕、冂、匚……依序畫記）。

③把第一個記號點「0」用圖釘固定在竹尺上，寬的要多釘一二枚使鬆緊帶在固定點上的伸張力平均。

④將要移動和觀察的記號點穿上圖釘。

研究一：取不同長度的鬆緊帶，拉動鬆緊帶觀察穿在帶上的圖釘移動的情形。

實驗一：在鬆緊帶上取5公分的長度，用勺夕冂匚勺五個記號表明，每次按序將勺夕冂匚四點各拉移1公分，觀察勺點移動的距離（如圖一）。



圖一 每次拉移 1 公分觀察ㄏ點移動情形

△結果ㄏ點移動的距離（如表一）

移動點 移 1 公分	ㄅ	ㄆ	ㄇ	ㄏ	ㄏ
ㄏ點移動 的距離	2	2.5	1.7	1.3	/

單位：公分

實驗二：在鬆緊帶上取10公分的長度用ㄅㄆㄇㄏ……ㄏ等十個記號表明，拉移方法與實驗一同，觀察ㄏ點的移動距離。

△結果ㄏ點的移動距離（如表二）

移動點 移 1 公分	ㄅ	ㄆ	ㄇ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ	ㄏ
ㄏ點移動 的距離	10	5	3.2	2.4	2	1.7	1.3	1.2	1.1	/

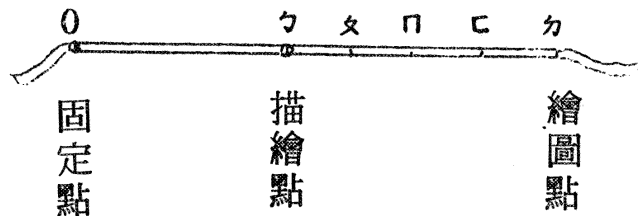
實驗三：在鬆緊帶上取15公分的距離，用ㄅㄆㄇㄏㄏ……ㄏ等十五個記號表明，拉移方法與實驗一、二同，觀察ㄏ點的移動距離。

△從曲線圖上我們可以看出：

1. 鬆緊帶移動點距離固定點越短時，其伸張率變化越大。
2. 鬆緊帶移動點距離固定點越長時，其伸張率變化越小。
3. 移動點從5公分起伸張率漸趨穩定，至10公分至20公分間的伸張率幾乎穩定下來。

研究二：固定點與描繪點間的長度不變時（鬆緊帶）移動描繪點觀察繪圖點變化的情形。

△方法：(1)利用寬窄不同的鬆緊帶分別以1公分為單位畫記，畫到30公分（如0 ㄅ ㄆ ㄇ ㄏ ㄏ……依序畫記號）（如圖二）



（圖二）

- (2)將第一個記號（0）固定在竹尺上，稱為固定點。
- (3)距離固定點指定距離上穿上圖釘稱為描繪點（ㄅ）。
- (4)將另一枚圖釘穿在規定的長度上，稱為繪圖點（ㄅ ㄆ ㄇ ㄏ……等）。

實驗一：固定點（0）與描繪點（ㄅ）的距離（鬆緊帶長）為5公分時，每次以1公分、2公分……至10公分，拉動描繪點（ㄅ）觀察繪圖點ㄅ、ㄆ、ㄇ、ㄏ……至ㄏ等十個記號點的移動情形（每一個記號長度為1公分）。

△發現：(1)描繪點移動距離1公分時，繪圖點每個記號點都增加0.2公分。

- (2)描繪點增加1公分時，繪圖點的距離則增加1倍。

實驗二：固定點（0）與描繪點（ \hookrightarrow ）的距離（鬆緊帶長）為10公分，（拉動和觀察方法同實驗一）

△發現：(1)描繪點移動1公分時，繪圖點每個記號都增加0.1公分。

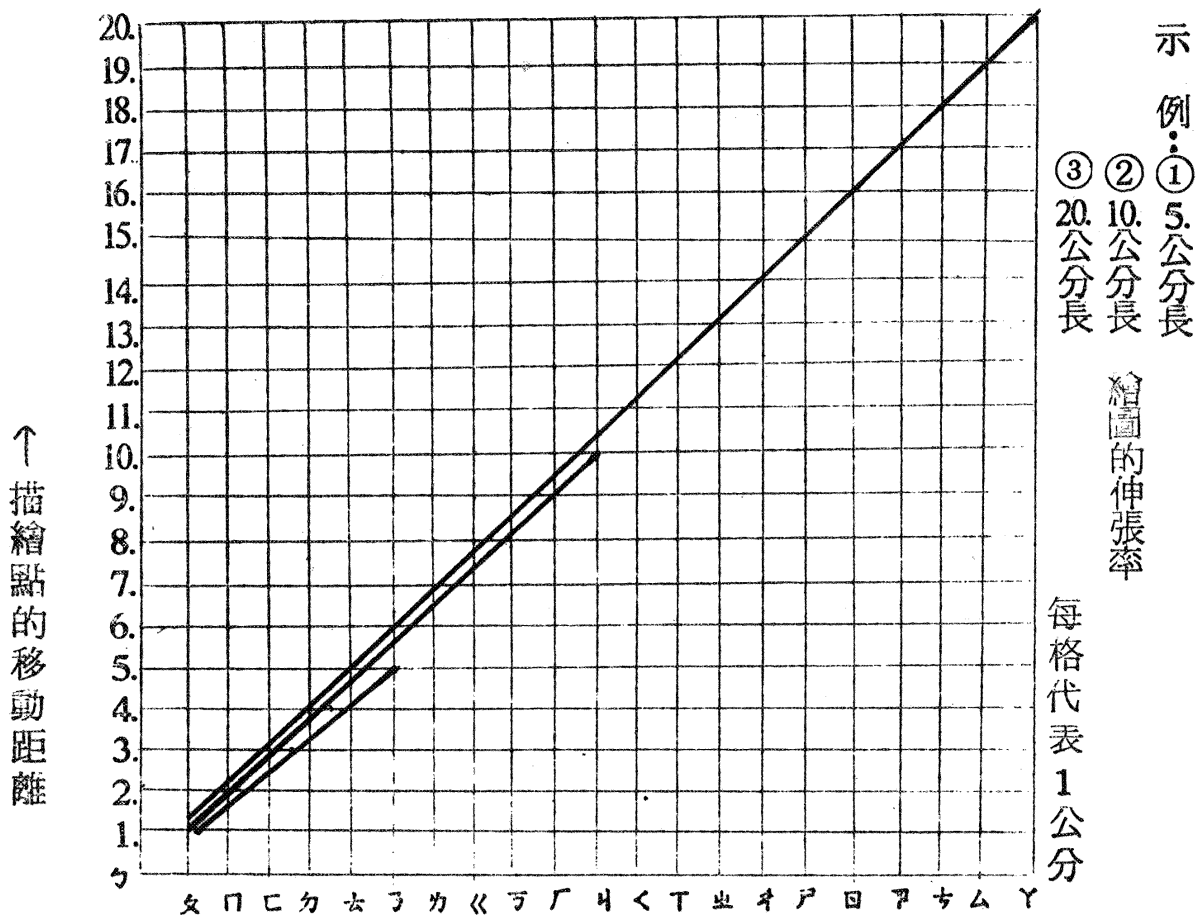
(2)描繪點增加1公分時，繪圖點的距離則增加1倍。

實驗三：固定點（0）與描繪點（ \hookrightarrow ）的距離（鬆緊帶長）為20公分時。

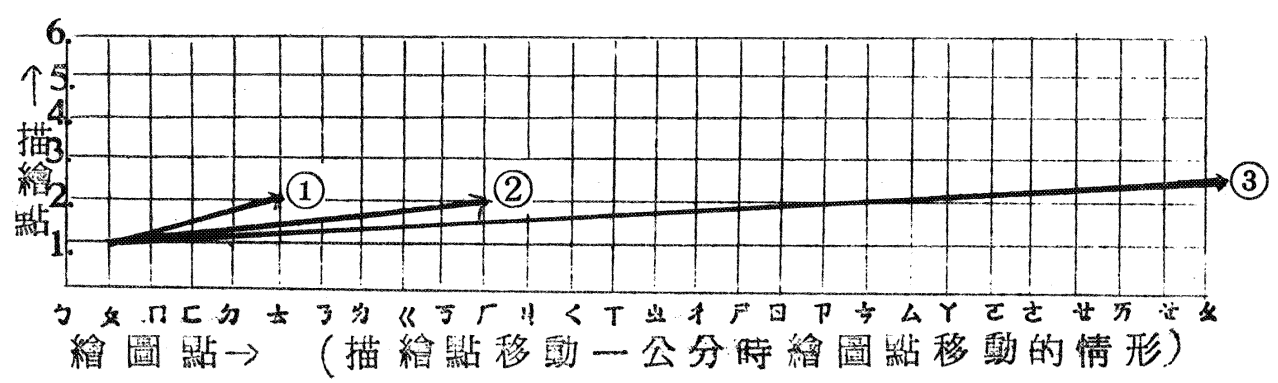
△發現：(1)描繪點移動1公分時，繪圖點每個記號都增加0.05公分。

(2)描繪點移動距離加1倍時，繪圖點的距離也增加一倍。

從研究二各項實驗記錄結果，我們又找出了描繪點（ \hookrightarrow ）的距離不變時，繪圖點的變化情形（如圖三、四）。



繪圖點的變化情形 → (圖三)



(圖四) 示 例：-5.公分長
 -10.公分長 的伸張力
 -20.公分長

從圖中我們可以看出：

- (1)不論鬆緊帶的長短，其伸張力都一樣（如圖三）。
- (2)鬆緊帶短時其伸張力緊拉動時較費力（如圖四）。
- (3)鬆緊帶長時其伸張力柔和，拉動時較省力（如圖四）。

研究三：鬆緊帶的長度不變，拉動時觀察其寬度不同的伸張變化情形。

實驗：將七種不同寬度的鬆緊帶各取5公分、10公分、15公分、20公分等長度拉動時（一端固定拉動另一端或兩端同時拉動均可）觀察其最大的伸張長度。

△結果如下表

（表六）

極限的伸張 寬度	長度	5	10	15	20
0.3	長度	15.2	30.5	45.2	60.5
0.5	長度	15	30.2	45	60.3
0.8	長度	7.6	15.2	22.7	30.1
1	長度	7.5	15.1	22.5	30
1.2	長度	7.4	15	22.4	29.65
2	長度	10.3	20.4	30.4	41
3	長度	10.1	20.1	30.2	40.3

數字單位：公分

- △發現：
- (1)0.3 和 0.5 公分的鬆緊帶其最大伸張力約為本身長度的3倍，拉到極限時，並不覺得費力，鬆緊帶變形了。
 - (2) 0.8 ~ 1.2 公分的三種鬆緊帶其最大伸張力約為本身長度的1.5倍，拉到極限時，也並不費力，鬆緊帶沒有變形。
 - (3)2 公分和3 公分的鬆緊帶其最大伸張力約為本身長度的2倍，拉到極限時很費力，鬆緊帶沒有變形。

由於鬆緊帶有這樣奧妙的性質，所以我們以後的實驗都選用 0.8

~1.2 公分的三種鬆緊帶。

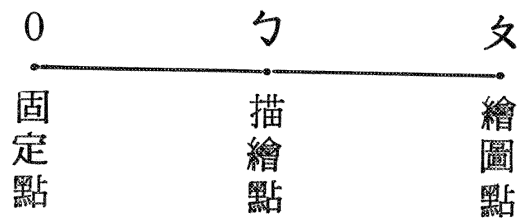
ㄉ、嘗試利用鬆緊帶伸張率一樣的性質來繪圖。

方法：①利用寬窄不同的鬆緊帶分別以15公分、20公分、25公分、30公分，試繪。

②將鬆緊帶一端用圖釘固定在桌子上，稱為固定點(0)。(圖五)

③距離固定點10公分處穿上圖釘稱為描繪點(ㄅ)。(圖五)

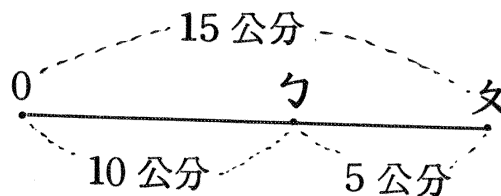
④將鉛筆或原子筆繫在鬆緊帶的另一端，稱為繪圖點(ㄆ)。(圖五)



(圖五)

研究四：利用鬆緊帶的伸張率來畫擴大圖。

△實驗一：利用15公分長的鬆緊帶來描繪。(圖六~1)



(圖六~1)

結果：(1)繪出來的圖部份不太正確。

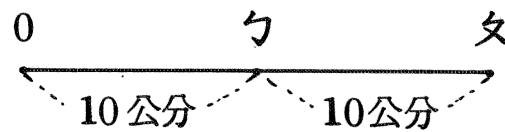
(2)描繪點移動不靈活。

(3)原圖偶而有移動現象。

(4)描繪出來的圖其最長處為12公分(原圖8公分)最寬處為9公分(原圖6公分)。

(5)固定點與描繪點的距離為描繪點距離的2倍。

△實驗二：利用20公分長的鬆緊帶來描繪。(圖六~2)



(圖六~2)

結果：(1)太寬的鬆緊動拉動時，較感吃力。

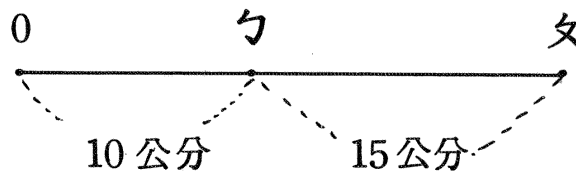
(2)描繪針會傾斜，不容易描繪。

(3)寬度1公分的鬆緊帶畫圖較容易。

(4)描繪出來的圖其最長處為16公分(原圖8公分)最寬處為12公分(原圖6公分)。

(5)固定點與描繪點的距離和描繪點與繪圖點的距離相等。

△實驗三：利用25公分長的鬆緊帶來描繪(圖六~3)



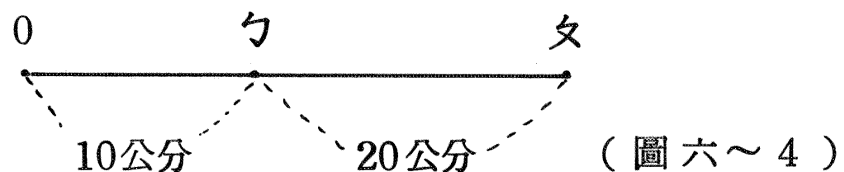
(圖六~3)

結果：(1)太寬或太窄的鬆緊帶較不容易繪畫。

(2)描繪出來的圖其最長處為20公分(原圖8公分)，最寬處為15公分(原圖6公分)。

(3)固定點與描繪點的距離為描繪點與繪圖點距離的 $\frac{2}{3}$ 倍。

△實驗四：利用30公分長的鬆緊帶來描繪(圖六~4)



(圖六~4)

結果：(1)描繪出來的圖其最長處為24公分（原圖8公分），最寬處為18公分（原圖6公分）。

(2)固定點與描繪點的距離為描繪點與繪圖點的 $\frac{1}{2}$ 倍。

從以上四種實驗過程中我們發現了：

1 圖形的大小與三點間（固定點、描繪點、繪圖點）的距離有密切的關係。

如：固定點與描繪點的距離為描繪點與繪圖點距離的2倍，其擴大圖為原圖的2.25倍。相等時為原圖的四倍， $\frac{2}{3}$ 倍時為6.25倍， $\frac{1}{2}$ 倍時為原圖的9倍。

2 描繪針移動不方便或會傾斜。

因為：(1)鬆緊帶的固定點與描繪針的高度沒有成一水平，因此當繪圖點移動，鬆緊帶壓迫着描繪針才會發生描繪傾斜的情形。

(2)描繪針移動不方便，也許是與紙張摩擦力太大的緣故。

3 原圖偶而產生移動現象：

(1)因為當鬆緊帶伸張時被描繪針帶動的緣故。

(2)將描繪原圖墊在玻璃下，原圖偶爾移動的現象就不再發生了。

4 部份不正確：

(1)繪圖結果部份不正確是因為描繪針在描繪原圖的輪廓時，不精確所引起的。

(2)固定點的位置選定和描繪原圖的位置放置也決定了繪圖的正確性。

我們發現了上述缺點以後，再將繪畫擴大圖的器材和方法做部份的改良：

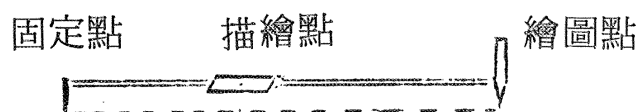
改良部份：

1 將固定點墊高與描繪針同高度。

2 將描繪原圖墊在玻璃墊下或壓克力板下。

3 選用寬度1公分的鬆緊帶。

4. 描繪針（原為把圖釘穿在鬆緊帶上）固定在透明壓克力板或透明塑膠布中間，再接上鬆緊帶。（圖七）



（圖七）

改良後的實驗：同研究三的實驗方式來繪圖。

△結果發現：

- (1)描繪針的移動靈活，傾斜現象較少，又可透過透明壓克力板或透明塑膠布可看到描繪針頭的移動直接描繪。
- (2)圖形大小的比例與前實驗同。
- (3)只要描繪的精確，所繪出的圖就正確了。
- (4)在繪畫當中，我們得到了繪畫要領：

ㄅ、原圖的水平中心線要和三點成一直線且描繪針離原圖1公分處較佳（當鬆緊帶靜止時，描繪針才能畫到原圖最左邊的地方）。

ㄆ、繪圖時眼睛要注視著描繪針的移動是否依原圖的輪廓移動。如果移動得愈精確，繪畫出來的擴大圖也愈正確。

(二)探討比較：

1. 根據前面曲線圖可發現到鬆緊帶移動以10公分至20公分間的伸長率較穩定，所以選用固定點與描繪點的鬆緊帶以10公分至20公分較好。
2. 鬆緊帶的伸張率有一定的比例（如研究一至研究三）。
3. 將鬆緊帶從中剪斷，接上沒有伸張力的物品（如硬軟紙或壓克力），並不影響其伸張率（如改良後的實驗）。
4. 固定點（0）與描繪點（ㄅ）的距離（鬆緊帶）和描繪點（ㄅ）與繪圖點（ㄆ）的距離（鬆緊帶）有密切的關係。（研究三的各次實驗圖七、八）。

△經老師指導後我們得知擴大圖的擴大倍數是決定在三點間(0、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{2}{3}$)鬆緊帶的長度。

5. 描繪點與固定點的距離如果大於描繪點與繪圖點的距離時，所繪畫出來的擴大圖倍數愈小。

6. 描繪點與固定點的距離如果小於描繪點與繪圖點的距離時，所繪畫出來的擴大圖倍數愈大。

7. 太寬或太窄的鬆緊帶不容易繪畫。

(1)太寬時：①三點間距離越短時(鬆緊帶短)拉動時較費力。

②三點間距離越長時(鬆緊帶長)拉動繪圖點時，有傾斜現象產生。

(2)太窄時：三點間距離越長時(鬆緊帶長)拉動繪圖點時，描繪針會傾斜。

8. 太長或太短的鬆緊帶也不容易繪畫。

(1)太長時鬆緊帶的伸張率超過我們的手臂長。

(2)太短時鬆緊帶拉動時較費力。

(三)結果報告：

1. 鬆緊帶的選用以1公分~1.2公分間的寬度其伸縮性較適合我們。

2. 固定點、描繪點、繪圖點三點間在繪畫時要保持水平，才能畫出精確的擴大圖。

3. 1公分寬的鬆緊帶彈性限度約為其本身長度的1.5倍。大於1.5公分寬的約為2倍。小於0.8公分寬的約為3倍。

4. 鬆緊帶的最佳伸張率為其本身 $\frac{1}{2}$ 至1倍間，超過時鬆緊帶容易變形，過低時，伸張率幾乎沒有伸張。

5. 擴大圖的大小，可由鬆緊帶的長短自由選定。

五、結 論

1. 固定點與描繪點鬆緊帶長度應取用原圖最寬處的1.5倍至2倍間(如曲線圖)。

2. 描繪點與繪圖點鬆緊帶長度應視擴大倍數的大小來決定。

3. 鬆緊帶伸張率的利用，應選在鬆緊帶本身長度的 $\frac{1}{2}$ 倍至1倍間的範圍較好（如研究一、二）。
4. 鬆緊帶的寬窄並不影響它的伸張情形（研究一），因此在鬆緊帶的應用上，只要寬度適合即可使用。
5. 繪圖嘗試結果（研究二），除了能描繪地圖外，還可用來描繪其他圖形，如人像、字體等的擴大圖。
6. 鬆緊帶簡易繪圖擴大器跟市面所售不同的地方，即可任意取捨所要的擴大圖（研究二、三）。
7. 利用鬆緊帶製造簡易繪圖擴大器的材料容易取得，所費材料成本約為100元左右。
8. 鬆緊帶簡易繪圖擴大器操作簡便，只要操作熟練，人人都能使用，並能畫出精美的圖形。

評語：頗富創意，研究過程慎密、嚴謹，為極佳之科學創作。