

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學科

第三名

030804

自製創意切片機

學校名稱：新北市立二重國民中學

作者： 國二 鐘子敬 國一 潘亮邑 國二 魏名翔	指導老師： 鍾兆晉 羅揚
-----------------------------------------------	----------------------------

關鍵詞：玻片標本、切片機、切片方式

摘要

生物課時，許多學生會因製作植物切片標本而受傷，同時也發現切出的樣本不夠薄，導致無法順利觀察；而市售的切片機價格不是所有學校都負擔的起，因此本研究以做出一個使用安全、取材容易、操作省力及價錢低廉為主的切片機，供一般的樣本切片之用為目的。我們研發了三代切片機，尤其以第三代切片機，使用創意的削片的方式來製作植物玻片標本，並使用液壓系統控制切片臺的升降；此切片機可切出厚度達 5×10^{-3} cm 的切片，與市售切片機的切片厚度 5×10^{-4} cm 相差約 10 倍左右，但兩種切片機的價錢卻相差 140000 元，因為此切片機主體使用的材料為木台，兼顧便宜、堅固及攜帶方便的優點。而且我們的切片機不僅可以切新鮮的樣本，亦可切石蠟樣本。

壹、 研究動機

有一次上生物課時，生物老師發給我們一人一把美工刀，和一些植物組織，要我們自行製作植物組織標本。但是全班同學切了一節課，卻沒人能切出夠薄的切片以利複式顯微鏡下觀察。還有人因為操作不當而受傷，我們詢問生物老師：「沒有更安全、便利的機器進行切片？」生物老師表明：「機器昂貴，學校經費不足。」於是我們想製作一個使用安全、取材容易、操作省力及價錢低廉的切片機，以降低大部分國中生因為徒手切片而受傷的機率，也增加切片樣本的完整性及可用性；並找出最經濟實惠的自製切片機，使生物課能更順利進行。

貳、 研究目的

- 一、了解各種切片的製作方式，並進行實作或觀察。
- 二、了解市售切片機和其他自製切片機的機構設計。
- 三、依據市售切片機的機構發想製作草圖，再以草圖為基礎製作出自製切片機。
- 四、運用自製切片機進行切片並比較切片機性能。

參、 文獻探討

一、 常見的切片技巧

(一) 徒手直接切片法

1. 製作方式：

(1) 以兩指夾住樣本，用刀片或刀子將樣本切成長約 2 ~ 3 cm 的小段。以刀刃

左右橫切的方式將標本切成薄片。

(2) 用鑷子將樣本移入裝有清水的培養皿中(若材料過小，可置於乾燥的通草

中，再進行切片)。

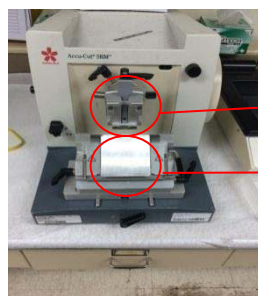
2. 製作要點：

(1)切片前在材料和刀片上沾一些水，使之滑潤。

(2)切片時將材料和刀片互相垂直，且刀片不能與手太靠近，以免切到手。

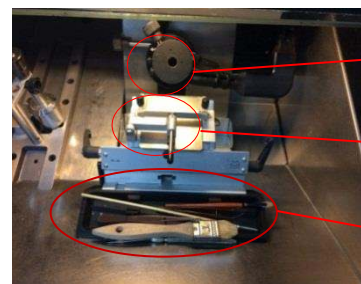
(3)切片時，保持單手穩定，不要兩手同時拉動，以免標本切的厚薄不定。

(二) 使用市售切片機(如圖一、圖二)



標本臂

切片台



標本臂

切片台

清理用具

圖一、市售埋蠟切片機。

圖二、市售冷凍切片機。

1. 切片的處理：利用切片機鋒利的切面，將物體和材料按照一定的比例或者寬度切成一片一片（切片切成正方形，放入標本臂，轉動機器把手切片，可切取很薄的切片 3 ~ 5 μm ）。
2. 刀座的操控：機器刀座可前後左右移動、傾斜、旋轉，以半自動方式控制切片厚度，以螺紋裝置控制機械前後挪移。
3. 標本臂的控制：每上下運動一次時，向前推進一小段距離，可以手控或馬達驅動標本臂，可任意設定每次推進的距離大小（即切片之厚度）。

二、 常見的樣本處理

(一) 木材切片：

1. 製作方式：

- (1) 將一塊大小適中的木材放進裝有水的燒杯，加熱煮沸直到木材沉入水中。
- (2) 再將煮沸的木材放入 40 °C 的烘箱，加入 10 % 的甘油水溶液，直到蒸發乾，此過程約需要 7 ~ 10 天。

2. 製作要點：

- (1) 使用加熱煮沸法去除木材中的氣體。

(二) 石蠟切片：

1. 製作方式(如圖三)

- (1) 由機器自動化作脫水、清洗、滲臘的步驟。
- (2) 將組織放入適合的鐵製的包埋模具內，並注入溫度為 50 ~ 60°C 的液態石蠟。
- (3) 當組織完全沒入石蠟液後，將塑膠製的包埋盒蓋上，並將整個包埋模具移置冰水或冷卻機上使石蠟凝固。
- (4) 待石蠟完全凝固後，即可輕易地將石蠟塊與鐵製模具分離開。
- (5) 將石蠟塊固定於切片機之後，調整至所需要的切片厚度(通常為 5 μm)。
- (6) 將石蠟切片置於溫水槽 (37 ~ 40 °C) 使石蠟片延展開以便貼上載玻片上。
- (7) 將貼有石蠟切片的玻片放置於烘箱 (37 ~40 °C) 1 ~ 2 天 將水分去除。



圖三、石蠟製作工具：A 為組織脫水滲蠟處理機；B 為鐵製模具；C 為石蠟液包埋組織；D 為石蠟與鐵製模具；E 為石蠟切片機；F 為溫水槽。

2. 特點：石蠟組織切片為最傳統且應用最廣之組織切片法，製作時，先將要切片的物品埋入石蠟中，切成正方形並固定於模子裡，放入機器中，並轉動機器把手切片，可切取很薄的切片（ $3 \sim 5 \mu\text{m}$ ）、此種切法步驟快、可連續切片，切下的薄片可永久保存。

3. 市售切片機切片樣本（如圖四）



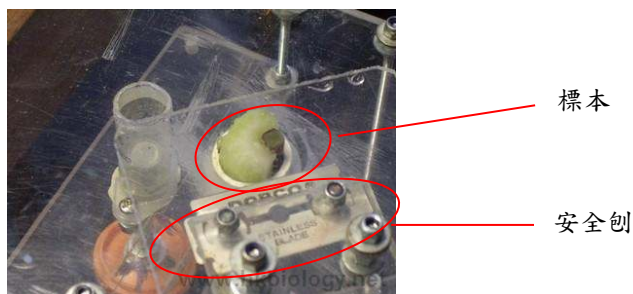
圖四、小鼠腦切片（由中研院研究員林岑軒提供）。

（三）冷凍切片法：

1. 製作方法：將組織從蔗糖溶液中取出後，將冷凍包埋劑完全覆蓋住組織，並放置於 -70°C 的冰箱中使冷凍包埋劑凝固。
2. 注意事項：
 - （1）放置於蔗糖溶液中（約 $1 \sim 2$ 週），時間過長則容易發霉。
 - （2）在等待凝結時，要小心水分凝結成的冰晶破壞組織。

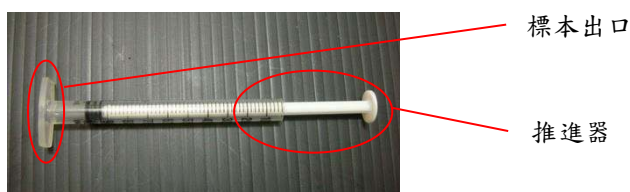
三、文獻手做切片機的探究

- (一) 海馬科普工作室安全切片機：此作品製作概念以「平台」及「安全刨」為主，目的是使用者不須直接接觸刀刃，因而增加使用時的安全性。(如圖五)



圖五、海馬科普工作室安全切片機。

- (二) 阿簡的生物筆記自製切片機：以針筒與簡單的材料組裝推動樣本，可在短時間內切取切片。(如圖六)



圖六、阿簡的生物筆記自製切片機。

肆、研究設備及器材

一、研究設備及器材

(一) 使用的常備器材(表一)

表一、使用的常備器材：

編號	設備名稱	數量	用途
1	電腦	1 台	查詢資料，編輯報告
2	美工刀	1 把	切割物品
3	SketchUp 繪圖軟體		繪製設計圖
4	游標卡尺	1 把	測量物品
5	鋸子	2 把	切割物品
6	保麗龍切割器	1 把	切割保麗龍
7	熱熔膠槍組	1 組	黏著物品
9	焊筆	1 支	融化塑膠
10	尺	1 把	測量物品
11	直角規	1 把	測量物品
12	螺絲	1 盒	固定物品
13	解剖刀	5 把	切割物品

(二) 第一代切片機所用器材(表二)

表二、第一代切片機所用器材：

機器部位名稱	編號	器材名稱	數量	用途
基座	1	木板	1 塊	穩定切片機
	2	保麗龍	1 塊	穩定切片機
刀座	1	解剖刀片	1 片	進行切片
	2	燕尾夾	1 個	切片機動力


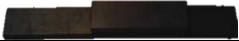











(三) 第二代切片機所用器材(表三)









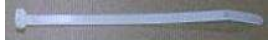

表三、第二代切片機所用器材：

機器部位名稱	編號	器材名稱	數量	用途
馬達組	1	齒輪組	1 組	切片機動力
刀座	2	鐵棒	2 根	刀片固定處
切片臺	1	接管	1 個	固定器
	2	木板	1 片	切片臺與保護
基座	1	KEYWAY P.P 盒	1 個	基座
固定器	1	冰棒棍	1 根	刀片固定
固定器	1	變壓器	1 臺	發電動力

(四) 第三代切片機所用器材(表四)

表四、第三代切片機所用器材：

機器部位名稱	編號	器材名稱	數量	照片	總價(元)
基座	1	抽屜軌道	2 條		179
	2	30cm*2cm 磁條	2 條		140
基座	3	5x8方 PVC 木台	3 片		81
	4	內角鐵	4 個		20
	5	外角鐵	4 個		20
	6	螺絲 $\frac{3}{16}$ * $\frac{5}{8}$	32 個		32
切片刀	1	管束	1 條		25
	2	集線帶	4 條		4
	3	迷你刨刀	1 個		69
	4	鐵條	1 條		60
	5	磁條	1 條		5
液壓器	1	針筒	2 支		20
	2	塑膠管	1 根		5
	3	集線帶	4 根		4

	4	螺絲 $3/16 * 5/8$	2 個		2
切片臺	1	小型快速夾具	1 個		166
	2	1/2螺絲+1/4華司 螺絲管	2 組		10
	3	橡皮筋	2 條		1
	4	3x5方 PVC 木台	1 個		12
	5	螺絲 $3/16 * 5/8$	1 個		1
升降架	1	鐵片	4 條		20
	2	鐵尺片	2 片		20
	3	集線帶	2 條		2
	4	12cm 外六角螺絲	1 根		10
材料成本共計					908

(五) 製作樣本所用器材(表五)

表五、製作樣本所用器材：

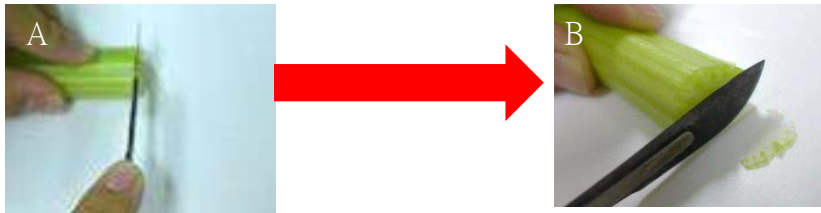
編號	器材名稱	數量	用途
1	白蠟	1 公斤	石蠟切片
2	洋菜粉	15 公克	洋菜膠切片
3	雞軟骨	1 片	埋臘切片樣本
4	加熱平板	1 台	製作石蠟切片以及木材切片
5	芹菜	數根	製作直接切片
6	鬼針草	數片	製作直接切片

伍、 研究過程與方法

一、 樣本處理實作

(一) 直接切片法：

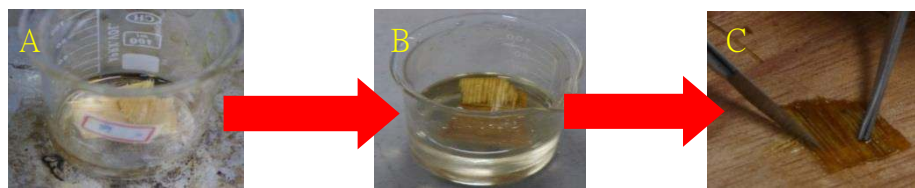
1. 有膠質的植物：以蘆薈進行直接切片，取一小塊蘆薈放置於切片板上並用切割刀進行切片。
2. 無膠質的植物：以鬼針草葉片進行直接切片，將鬼針草葉片放置切片板上並用切割刀切片。(如圖七)



圖七、直接切片過程：A 測量所需厚度，並小心切下；B 為將切好的切片以鑷子夾至旁邊。

(二) 木材切片：

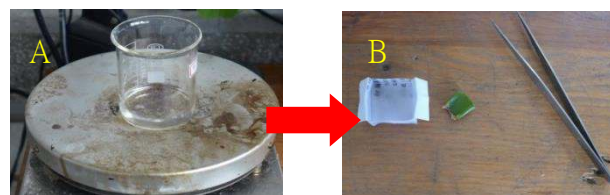
1. 將木材放入燒杯加水後加熱，等木材沉入水中即可將木材拿起，使用加熱平板將木材用鋁箔紙或燒杯包住，倒入10%的甘油水溶液，直到甘油蒸發，即完成一塊木材切片的樣本。(如圖八)



圖八、木材切片過程：A 為將木材和水一起煮沸，讓其中的氣體排出；B 為將煮過的木材浸泡10%的甘油水溶液，將其中的甘油加熱蒸發；C 為取出後，將木材烘乾，即可進行切片。

(三) 石蠟切片：

1. 將蘆薈與蠟塊一同加熱，使其中的水分被蠟所取代，將少許蠟倒入紙盒中當基座。等到基座的蠟塊冷卻後，將蘆薈與蠟一併倒入紙盒內，即完成植物埋蠟的方式，而鬼針草則不需與蠟塊一同加熱。(圖九)

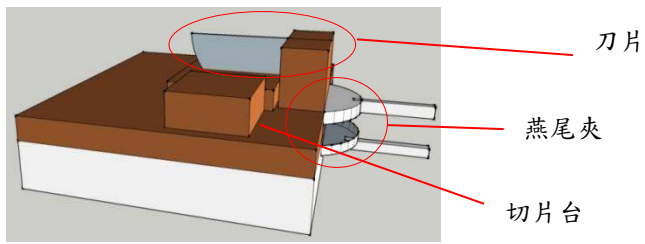


圖九、石蠟切片過程：A 為使用加熱器融化蠟；B 為將蠟和植物倒入紙盒完成蠟塊並開始切片。

二、製作自製切片機

(一) 第一代：

1. 使用 sketch up 繪製設計圖 (如圖十)
2. 實際製作過程 (如圖十一)



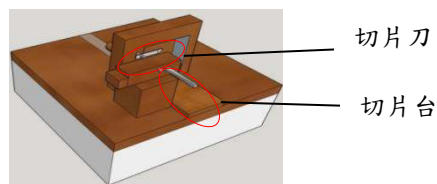
圖十、第一代設計圖。



圖十一、第一代實際製作過程。

(二) 第二代：

1. 使用 sketch up 繪製設計圖 (如圖十二)
2. 實際製作過程 (如圖十三)



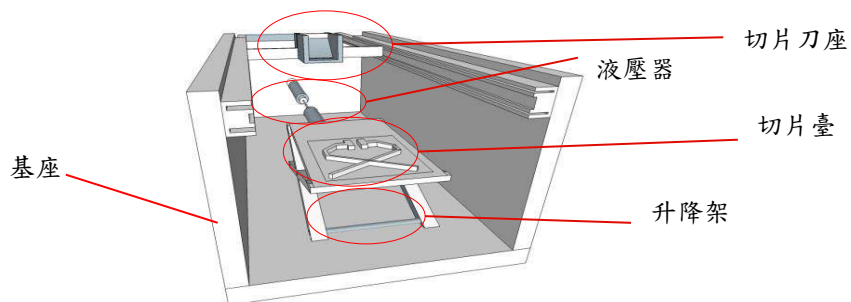
圖十二、第二代設計圖。



圖十三、第二代實際製作過程。

(三) 第三代：

1. 使用 sketch up 繪製設計圖 (如圖十四)



圖十四、第三代設計圖。

2. 實際製作過程

(1) 基座(如圖十五)：

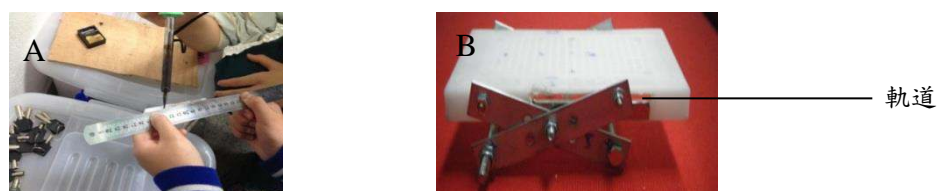
- A. 將三片 5×8 木台以口字形的方式組合。
- B. 將兩條抽屜軌道以螺絲固定在左右兩邊的木台最上方。



圖十五、第三代基座架設示意圖：A 為側面圖；B 為正面圖。

(2) 升降架(如圖十六)：

- A. 將鐵片的中間及各邊，穿入大小相同的螺絲及螺絲棒固定(共四組)。
- B. 將 3×5 木台用焊筆燒熔出升降臺軌道，再以鐵尺片包覆軌道。
- C. 將鐵片插入 3×5 木台，完成切片臺的升降架。(如圖十六)



圖十六、製作升降台的過程：A 為用焊筆加熱燒出升降臺的軌道；B 為軌道(利用廢棄的鐵尺片加強軌道的硬度和滑順度)。

(3) 液壓器：

A. 液壓器(如圖十七)

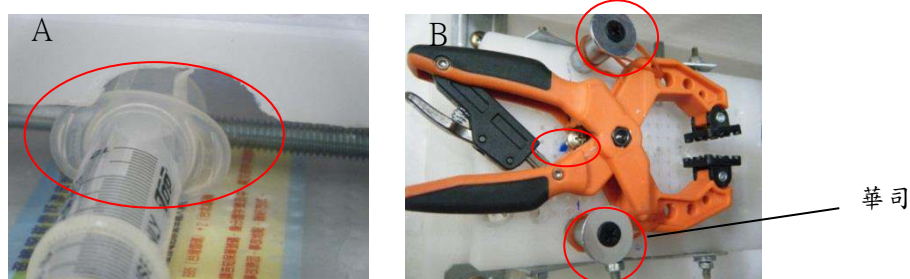
- a. 將兩個針筒(一個注滿水，一個不注水)套入塑膠管完成液壓器。
- b. 將液壓器連接切片臺主體下方的螺絲棒。



圖十七、液壓器連接固定處。

(4) 切片臺

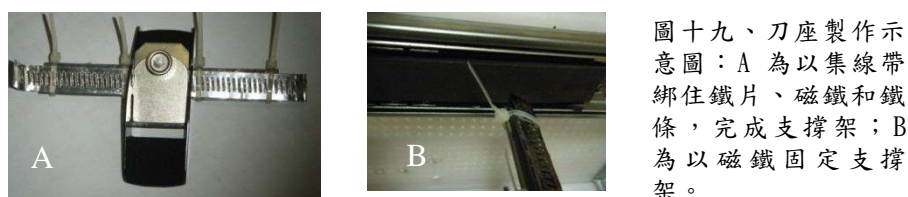
- A. 將小型快速夾具以3根螺絲做直向固定。(如圖十八)
- B. 再以兩條橡皮筋纏繞於小型快速夾的固定螺絲上。



圖十八、固定器製作示意圖：A 為以集線帶固定液壓器及螺絲棒；B 以3根螺絲做直向固定(套上華司以防止橡皮筋滑掉)。

(5) 切片刀座：

- A. 將束管分成兩段，一段做為把手，一段做為刀片的支撐架。
- B. 將鐵片和鐵條穿入迷你刨刀的洞口，並在鐵片和鐵條之間插入磁鐵增加支撐力。
- C. 使用集線帶綁住鐵片、磁鐵和鐵條，完成切片刀。(如圖十九、A)
- D. 將把手和切片刀以磁鐵固定在基座，即完成整個刀座。(如圖十九、B)



圖十九、刀座製作示意圖：A 為以集線帶綁住鐵片、磁鐵和鐵條，完成支撐架；B 為以磁鐵固定支撐架。

3. 製作過程素材選擇：(詳見表六、七、八)

表六、切片刀選擇

	漆刀	刮刀	迷你刨刀
大小	X(最大)	X(次之)	O(小)
固定方便性	X	O	O
銳利度	O	O	O
切下薄片特色	X(厚薄不平均)	X(厚薄不平均)	O

*O 為合適 X 為不合適

表七、液壓器選擇

	5cc	10cc	12cc	25cc	50cc
大小	X(小)	X(小)	O(適中)	X(大)	X(大)
高度	X(小)	X(小)	O(適中)	O(適中)	X(大)
移動刻度	X(過頭)	X(過頭)	O(剛好)	X(太慢)	X(太慢)

*O 為合適 X 為不合適

表八、液壓器組合

	前12後12	前12後20	前20後12
上升速度	2±0.41cm/s O(適中)	3.93±0.37cm/s X(太快)	0.8±0.36cm/s X(太慢)
力量大小	O(適中)	X(費力)	X(費力)

*O 為合適 X 為不合適

陸、 研究結果

一、 切片機的技术測試

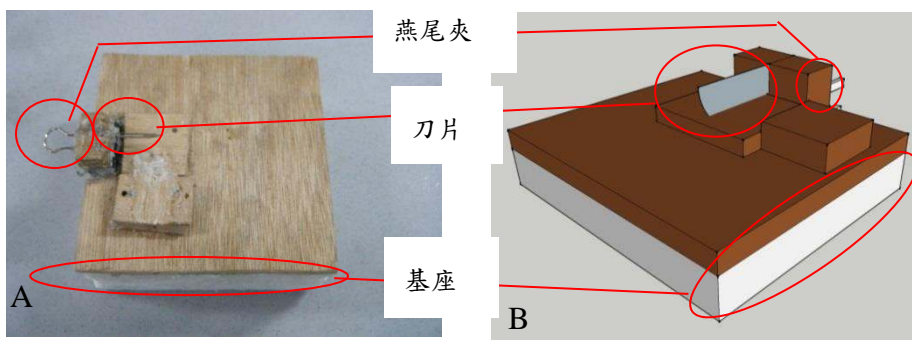
(一) 第一代比較圖(如圖二十)

第一代的測試結果：效果不佳，無法切出夠薄的組織。

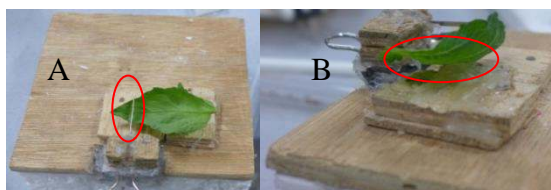
1. 直接切片效果不佳原因：

(1) 切片刀歪斜(如圖二十一、A)

(2) 切片臺和刀座沒有密合，導致無法切片。(如圖二十一、B)



圖二十、第一代設計圖與實體化產品比較圖：A 為實際圖；B 為設計圖。



圖二十一、第一代切片機設計缺點：A 為刀片歪斜；B 為切片臺和刀座沒有密合。

2. 石臘切片效果不佳原因：

(1) 力道不足，蠟塊無法切割。(如圖二十二)



圖二十二、第一代設計缺點：力道不足，蠟塊無法切割。

(二) 第二代比較圖(如圖二十三)。

(三) 第二代的測試結果：效果不佳，無法切開任何樣本

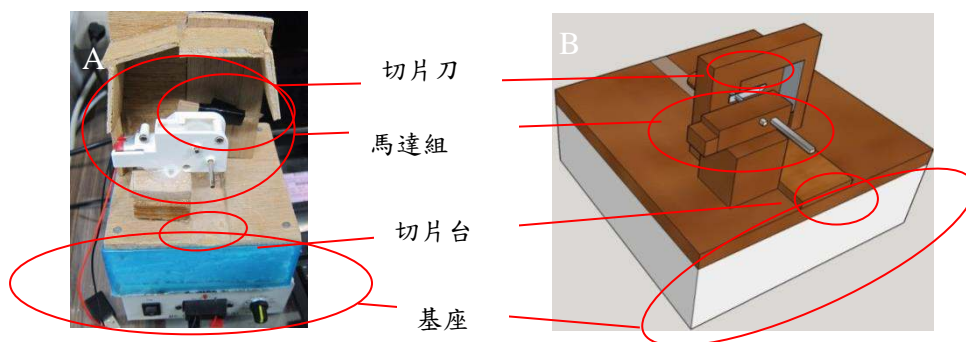
1. 直接切片效果不佳原因：

(1) 無法固定刀片。(如圖二十四 A)

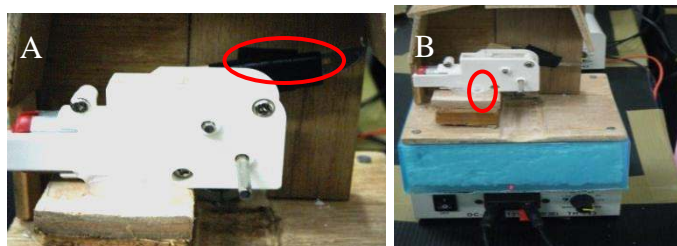
2. 石臘切片失敗原因：

(1) 動力刀座馬力不足，無法切下樣本。(如圖二十四 B)

(2) 沒有良好的固定器造成軟質或尺寸過小的樣本無法切割。



圖二十三、第二代設計圖與實體化產品比較：A 為實際圖；B 為設計圖。

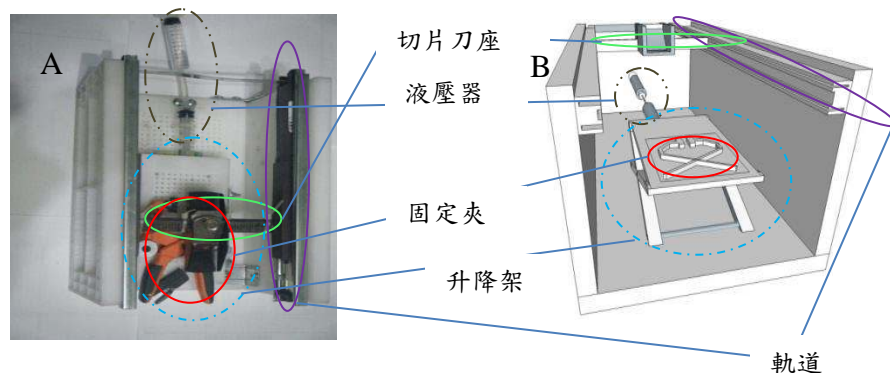


圖二十四、A 為第二代切片機刀座示意；圈選處為刀片，可看出無法固定刀片。B 為第二代切片機動力刀座位置圖；可看出馬力不足

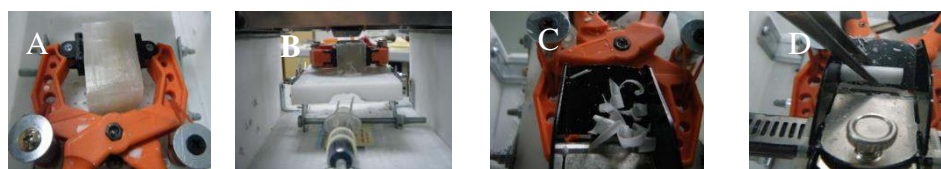
(四) 第三代比照圖(如圖二十五)

1. 第三代測試結果：成功，能切開測試組織。

2. 石臘切片操作方式(如圖二十六)



圖二十五、第三代設計圖與實體化產品比較：A 為實際圖；B 為設計圖。



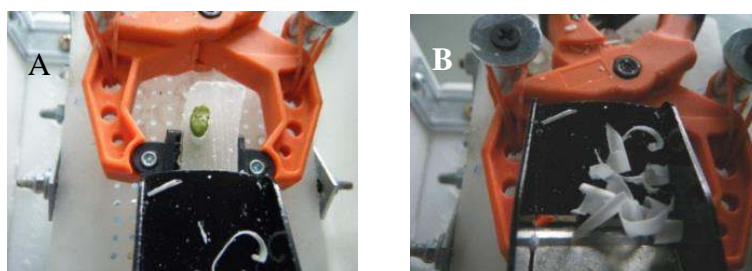
圖二十六、第三代切片機石臘切片操作方式：A、用小型快速夾具固定樣本；B、使用液壓系統將載台向上推動；C、將刀片來回推動切取樣本；D、以鑷子或毛筆取樣。

3. 直接切片操作方式(如圖二十七)



圖二十七、第三代切片機直接切片操作方式：A、將樣本放入針筒；B、將套有橡皮筋的針筒用小型快速夾具固定；C、將刀片來回推動切取樣本；D、以鑷子取樣(葉薄片)。

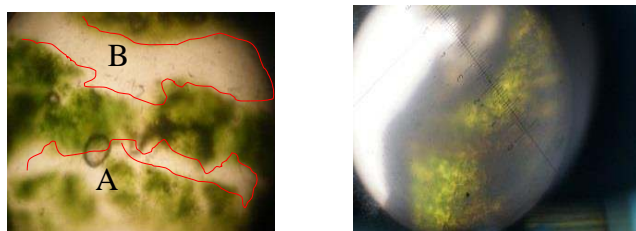
4. 石臘切片(植物葉片/動物軟骨)(如圖二十八)



圖二十八、第三代切片過程：A、樣本夾於固定器情況；B、石臘切片。

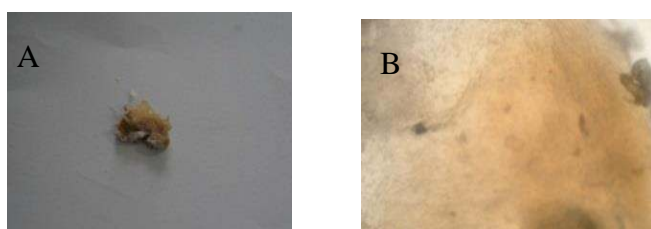
5. 使用顯微鏡檢視自製切片機的切片結果

(1) 植物切片顯微鏡下觀察(如圖二十九)



圖二十九、植物樣本於複式顯微鏡下觀察(葉子的縱切面)A為葉肉組織，B為空氣。

(2) 動物切片顯微鏡下觀察(如圖三十)



圖三十、動物切片樣本：
A、肉眼觀察的雞軟骨；B、雞軟骨於顯微鏡下觀察。

二、自製切片機與市售切片機價格比較(表九)：

表九、自製切片機與市售切片機價格比較：

生物組織切片機	半自動石蠟切片機、生物組織切片機、病理切片機	電腦組織快速冷凍切片機、石蠟切片機、病理切片機	本研究第三代自製切片機
			
新台幣：189995元	新台幣：179995元	新台幣：149940元	新台幣：908元 (材料成本)

三、自製切片機與市售切片機的綜合比較(詳見表十)：

表十、自製切片機與市售切片機的比較：

切片機種類 比較項目	第三代自製切片機	市售切片機	阿簡的生物筆記自製切片機	海馬科普工作室安全切片機
切片力度	省力	省力	費力	費力
切片的平均厚度	50 μm	3 ~ 5 μm	機率	機率
操作方式	手動	半自動	手動	手動
價格(台幣：元)	908 (材料成本)	180000~40000	約35 (材料成本)	約900 (材料成本)
切片種類	直接、石蠟	石蠟、冷凍、病理	直接	直接
切片臺上升運用原理	液壓 (帕斯卡原理)	齒輪省時	螺紋省力	螺紋省力

柒、 討論

一、 自製切片機製作過程討論。

(一) 第一代自製切片機效果不佳的原因：

1. 基座：使用保麗龍的作用於吸震，但是會分散切下的力量，每次切片時保麗龍都會磨損，造成基座不穩定。
2. 切片臺：切片臺是使用木頭製作，經多次切片後，木頭容易被削落，造成刀片無法將樣本切斷。
3. 刀座：將木頭切開後放入刀片，再用熱融膠固定，但會造成刀片歪斜，切片時也會施力不正常。

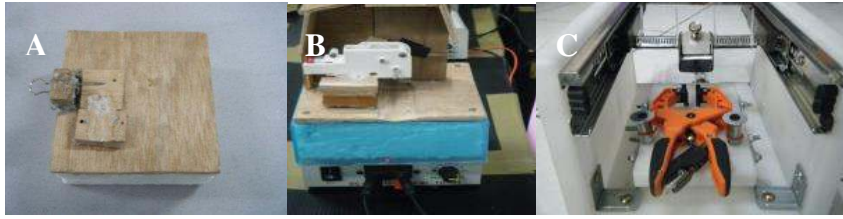
(二) 第二代自製切片機無法切片的原因：

1. 基座：使用了塑膠盒做為基座，解決了力量分散的問題，保麗龍的作用是為了讓基座變得更穩固，底部留下一段距離，不直接碰觸到切片臺放置的位置，因此不會造成力的分散。
2. 切片臺：以木頭製作，可移動，不會造成切片臺被切割的可能，但沒有良好的固定器造成過軟或過小的樣本無法切割。
3. 刀座：以馬達帶動，但是因馬力不足無法切下過於堅硬的樣本。

(三) 第三代切片機成功原因：

1. 基座

因發現第一、二代基座不穩固，因此使用了現成的 5×8 方木台 3 片，組裝成 \sqcap 字形的基座，使其較為穩固。(如圖三十一)



圖三十一、三代基座比較。A、B：保麗龍基座不穩固；C：以木台做為基座較為穩固。

2. 切片刀座

- (1) 製作刀座最重要的原理是軌道、磁條的運用，軌道能讓小刨刀平順的推移，而磁條的應用是避免破壞軌道原有的結構。
- (2) 因刀座要與切片臺互相平行，且不可將抽屜軌道破壞(不能鑽洞)，因此使用了簡單取材的磁條來固定，但一條磁條厚度不足以固定刀座，因此使用了兩層磁鐵來固定刀座。(如圖三十二)



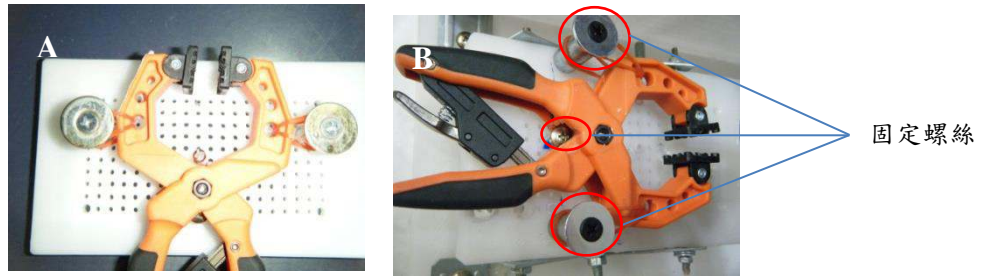
圖三十二、第三代刀座製作。A、保持抽屜軌道原有功能；B、使用了兩層磁鐵來固定刀座。

- (3) 平面刀座的刀片是以迷你刨刀組裝，但因空隙過多導致難以固定，因此使用截半的管束當做支撐，再以小磁條和鐵條綁上集線帶加以固定，即完成平面刀座(如圖三十三)。



圖三十三、平面刀座的改良方式：管束當作支撐，再以束線帶固定磁條及鐵條。

3. 切片臺：小型快速夾與切片臺的組裝(如圖三十四)

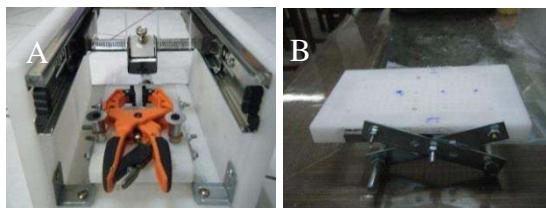


圖三十四、第三代切片臺製作。A、橫向固定小型快速夾會影響升降造成實驗失敗；B、以兩條橡皮筋固定，富有彈性，可因應大小不同的蠟塊。

- (1) 以三根螺絲做為固定的支架，左右兩邊的螺絲加上華司，再以橡皮筋連接小型快速夾的夾臂完成切片臺。(華司為防止橡皮筋滑掉)
- (2) 原本以橫向固定快速夾，因測試時發現木台寬度不足，會造成軌道的長度不夠，無法順利升降，因此改以直向固定。

4. 升降架

- (1) 為了讓平台能夠平行升降，因此於 3×5 方木台長邊，以焊槍製作出供液壓器使用的軌道，但使用此方式製作軌道易凹凸不平，於是將鐵尺片當滑軌所製作的軌道會變平順。(如圖三十五)



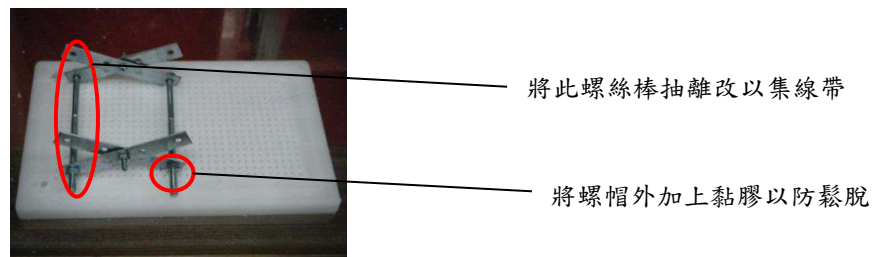
圖三十五、第三代切片臺製作。A： 3×5 方木台與鐵片做平面切片升降架；B、切片臺上放置小型快速夾以固定樣本。

- (2) 將兩片鐵片交叉固定，做為升降台支架；升降台鐵片底部，使用了兩根12 cm 六角螺絲螺絲來固定，做為升降台的輔助動力。為了使升降台易於操作，利用兩個針筒，當成液壓推進器。
- (3) 升降架測試:測試中發現升降架無法百分之百的自由升降，探究其原因之後，發現：

A、升降架是由螺絲來固定，為了讓升降架能順利升降，螺絲不能栓太緊，為了解決螺絲因不能栓緊而鬆脫的問題，於螺絲外側加上黏膠以防螺帽鬆脫。

B、因 12cm 夾緊會造成力量的分散，因此將底部的螺絲棒抽離，改以集線帶固定，使力道更集中，以便於升降（如圖三十六）。

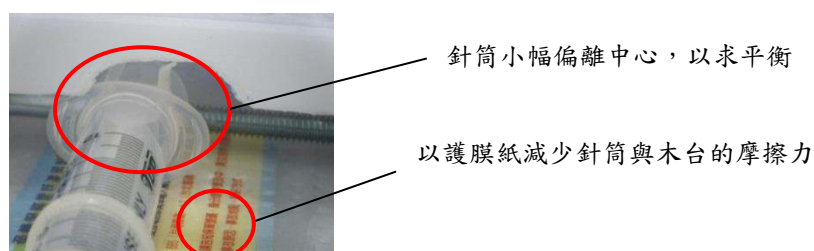
(4) 液壓器的升降除了力的集中外，減少摩擦力也是一個重要的關鍵，因木台有許多孔洞，造成基座底部不平滑，因此用一張有護貝膠膜的紙張黏貼在下方，即可讓液壓器減少阻力。



圖三十六、升降架的修改方式。

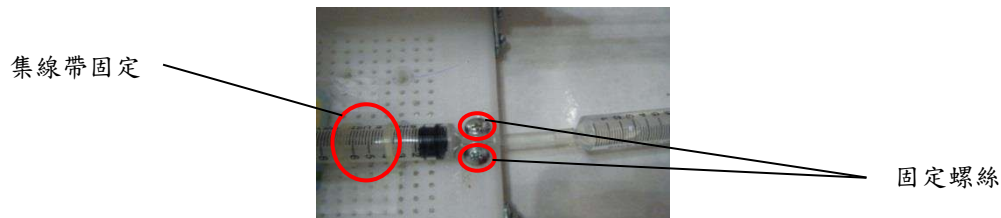
5. 液壓器：

(1) 解決了升降架力的分散及摩擦力的問題，接著就是液壓器的裝置，因切片臺放置快速夾，造成整個切片臺的重量增加，在推移的過程中發現切片臺會有高低的落差，因此將針筒偏移即可解決施力不平均的問題。（如圖三十七）



圖三十七、液壓器的修改方式。

(2) 進行切片臺升降的測試，發現液壓器會前後移動，操作幾次後，發現針筒液壓器需固定才能使力道集中，因此用集線帶固定筒身，2個螺絲抵住針頭，減少針筒的位移，如此升降架才能順利升降。(如圖三十八)



圖三十八、固定液壓器。



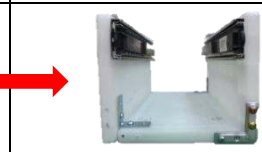
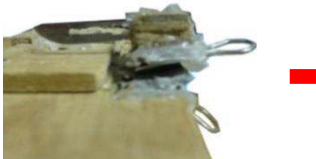




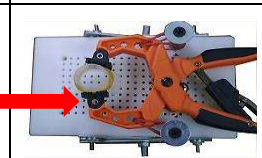
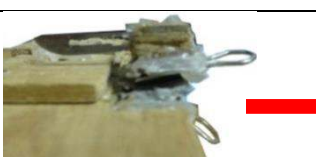


四、第三代自製切片機綜合討論，詳見表十一：

五、各種樣本處理法歸納討論(詳見表十二)

(一)直接切片法：

1. 無膠質的植物，因為植物裡面的液體較少，因此可以輕易進行徒手直接切片。
但有膠質的植物，則要注意樣本的厚度；樣本太厚，不易觀察；厚度也不得切小於0.3 cm，否則膠質和其中的汁液會流出，樣本不易維持形狀與比例。
最適宜的厚度大約是在 1 ~ 1.5 cm 之間。
2. 切片刀非常鋒利，要留意手部放置的位置，否則手非常容易被劃傷。
3. 在未經處理的情況下，無膠質植物比有膠質植物更容易切取採樣。

表十一、切片機改進歷程

	第一代	第二代	第三代
設計發想	1. 運用燕尾夾的彈力帶動刀片，進行切片	1. 運用馬達帶動刀片，進行切片 2. 以馬達當作動力源，因為馬達施力平均，力量穩定	1. 運用軌道帶動迷你刨刀前後移動 2. 運用帕斯卡原理推動切片臺 3. 運用三片木台穩固基座 4. 運用快速夾將樣本穩固的夾住
機組名稱	第一代缺點	第二代修正處與缺點	第三代修正處
基座	1. 保麗龍基座易磨損 2. 不穩固 	修正處：加裝塑膠盒，達到穩固的效用 缺點：不穩固 	修正處：以三片5*8木台組合成口字型達到基座的穩固與平衡 
切片刀座	1. 以切開的木頭放入解剖刀，不過刀片容易脫落造成危險 	修正處：用冰棒棍夾住切片刀並固定於齒輪盒上 缺點：無法固定刀片 	修正處：以迷你刨刀為主，以磁鐵固定於軌道上，達到省力的效果 
切片臺	1. 以木頭製作，會造成切片臺剝落 	修正處：改用可移動的木片製作 	修正處：以3*5木台製作切片臺，上方置有快速夾，可以穩固的固定樣本 
動力來源	1. 以燕尾夾的彈力帶動切片刀造成彈力不足 	修正處：改用馬達帶動切片刀 缺點：馬力不足 	修正處：以液壓器推進切片臺，以手動推動切片刀座 

(二) 木材切片法：

依木材的硬度會決定煮沸及浸甘油的時間長短，而從甘油中拿起來的木材需要先加熱烘乾，以利切片。而木材因浸泡甘油的時間長短有軟硬的差別，浸泡一小時與一般的木材硬度相似；而浸泡一天的切片效果較佳。

(三) 埋蠟切片法：

1. 實做第一次加熱時，因為沒注意到，不小心將植物燒焦了，因此了解到加熱植物時要控制時間。
2. 蠟融化後為異體，可以滲透進入組織當中，凝固後可以將較軟或較肥的樣本包埋在裡面，用蠟將植物定型，以利於切片動作。
3. 在未經處理的情況下，無膠質植物比有膠質植物更容易切取採樣。

表十二、各種切片法和切片機優缺點

	分類	優點	缺點
樣本處理	直接切片	取材容易	厚薄度不定
	木材切片		過硬較難切、需軟化
	石蠟切片	較易固定、可以切比較細小的植物、薄而均勻；無皺褶且便於長期保存	需加熱、易造成組織破壞、蠟塊較硬徒手切片時較難切
徒手切片	解剖刀切片	切片前置工作簡單	切不薄、易受傷
	兩把刀切片法	切片前置工作簡單，厚度也足以應付一般實驗。	只適用於植物
切片機切片	冷凍切片	易保存、可切薄	需較高技術，要注意切片樣本有無形成冰晶
	市售切片機	可連續切、厚度均勻、可切取埋蠟切片	價格昂貴
	阿簡的生物筆記自製切片機	速成、方便攜帶	只能切取直接切片、厚薄度不定
	海馬科普工作室安全切片機	可進行連續切片、固定方便	只能切取直接切片、厚薄度不定
	第三代自製創意切片機	可連續切、厚度均勻、可切取埋蠟切片	直接切片時，速度較慢

二、彙整各種切片法優缺點(詳見表十二)

1. 徒手切片法雖然容易取材，不須額外的機器即可進行切片，但有切不薄、易受傷的缺點，而我們的自製切片機可以克服此缺點。
2. 木材切片的木材較硬，需經軟化後才可切片，但以徒手切片的方式切得並不是很平整，但是使用第三代自製切片機即可切出厚薄度均勻的木材切片。
3. 切片機切片可補足石蠟切片在徒手切片時，因較硬而難以切下的遺憾。透過第

三代自製切片機即可輕易的切下50 μ m 的埋蠟薄片，而且薄而均勻，無皺褶。

將組織固定好，染色後對組織結構保存較好。除此之外，石蠟包埋的組織塊便於長期保存。

4. 冷凍切片雖然有易保存、切得較薄和製作速度快的優點，其抗原保存性較佳，可切薄片，包埋後的組織可以長期保存。但操作需較高技術，進行連續切片困難度較石蠟切片高且需在低溫環境下進行，因此一般學校較不易使用到。
5. 阿簡的生物筆記自製切片機製作的步驟極為快速，可馬上製作完成，也便於攜帶，但它有只能切取直接切片、厚薄度不定的缺點，而第三代自製創意切片機可以將樣本保持在一定的厚薄度。
6. 兩把刀切片法，切片前置工作簡單，而且切出來的厚度也足以應付一般實驗。海馬科普工作室安全切片機可進行連續切片、固定方便，但只能切取直接切片、厚薄度不定，而第三代自製創意切片機都能克服以上問題。

三、自製切片機之七大優點：

1. 經濟性：第三代的自製切片機可切出厚度達 5×10^{-3} cm 的切片，為市售切片機的 10 倍左右，材料成本是908元，足足便宜140000元！
2. 實用性：第三代的自製切片機可進行埋蠟切片和直接切片，一機二用具有實用性。
3. 環保性：第三代自製切片機的材料取材容易、無須用電，有部分的材料是資源回收再利用，如：鐵尺片、鐵棒等材料都是以廢棄不用的物品進行重組。
4. 便利性：市售切片機較笨重無法隨身攜帶，但第三代自製切片機因重量較輕可

以隨身攜帶，較市售切片機相比，自製的切片機的便利性更是略勝一籌。

5. 教育性：第三代自製切片機組裝容易可以推廣到各個高職以下學校。
6. 科學性：第三代自製切片機運用了許多的科學原理，如：液壓器使用的帕斯卡原理、軌道滑動推移省力等。
7. 延展性：本自製切片機除了可以切取埋蠟的樣本，也可以切取無經處理的軟質植物樣本，如：鬼針草等。

捌、 結論

本自製切片機為手動式的切片機，製作方式以使用安全、取材容易、操作省力及價錢低廉為主。因此基座以現成的木台組合，切片臺要具升降功能，以因應切片後的高低落差，因此運用了帕斯卡原理製作出液壓器並以螺絲和橡皮筋固定小型快速夾，完成切片臺。刀座的主軸以軌道和磁條等簡單的原理進行迷你刨刀的架設，此方式完全無需使用螺絲來進行固定，因此可避免軌道的破壞，使軌道可以更順利的來回推動。最後，歸納本研究中自製切片機具有經濟性、實用性、環保性、便利性、教育性、科學性、延展性等七大優點。本產品以最少的經費達成實驗的需求，希望爾後可將此機器推廣至高中職以下之學校，讓生物課程能順利進行。

玖、 參考資料

一、書籍

(一) 103學年度翰林出版社國民中學自然與生活科技課本第一冊。

(二) 103學年度翰林出版社國民中學自然與生活科技課本第四冊。

二、網路資料

(三) 百度百科/詞條/切片機，引用於2015年3月5日：

<http://baike.baidu.com/view/1028353.htm>。

(四) 徒手切片有妙法，自製顯微切片機，引用於2014年8月31日：

http://a-chien.blogspot.tw/2007/11/blog-post_6460.html。

(五) 木材科學技術/詞條/光顯樣本製備技術：引用於2015年1月23日

http://www.hla.hlc.edu.tw/hlawww/dept04/woodscience/structure_and_properties/lm_specimen_preparation.htm

(六) 維基百科/詞條/組織切片：引用於2014年8月31日

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B5%84%E7%B9%94%E5%88%87%E7%89%87>。

(七) 海馬科普工作室自製創意切片機：引用於2015年2月13日

<http://www.hkbiology.net/index.php?view=article&id=196>

(八) 阿里巴巴網購網頁：引用於2015年2月27日

<http://www.1688.com/chanpin/-C9FACEEFD7E9D6AFC7D0C6ACBBFA.html>

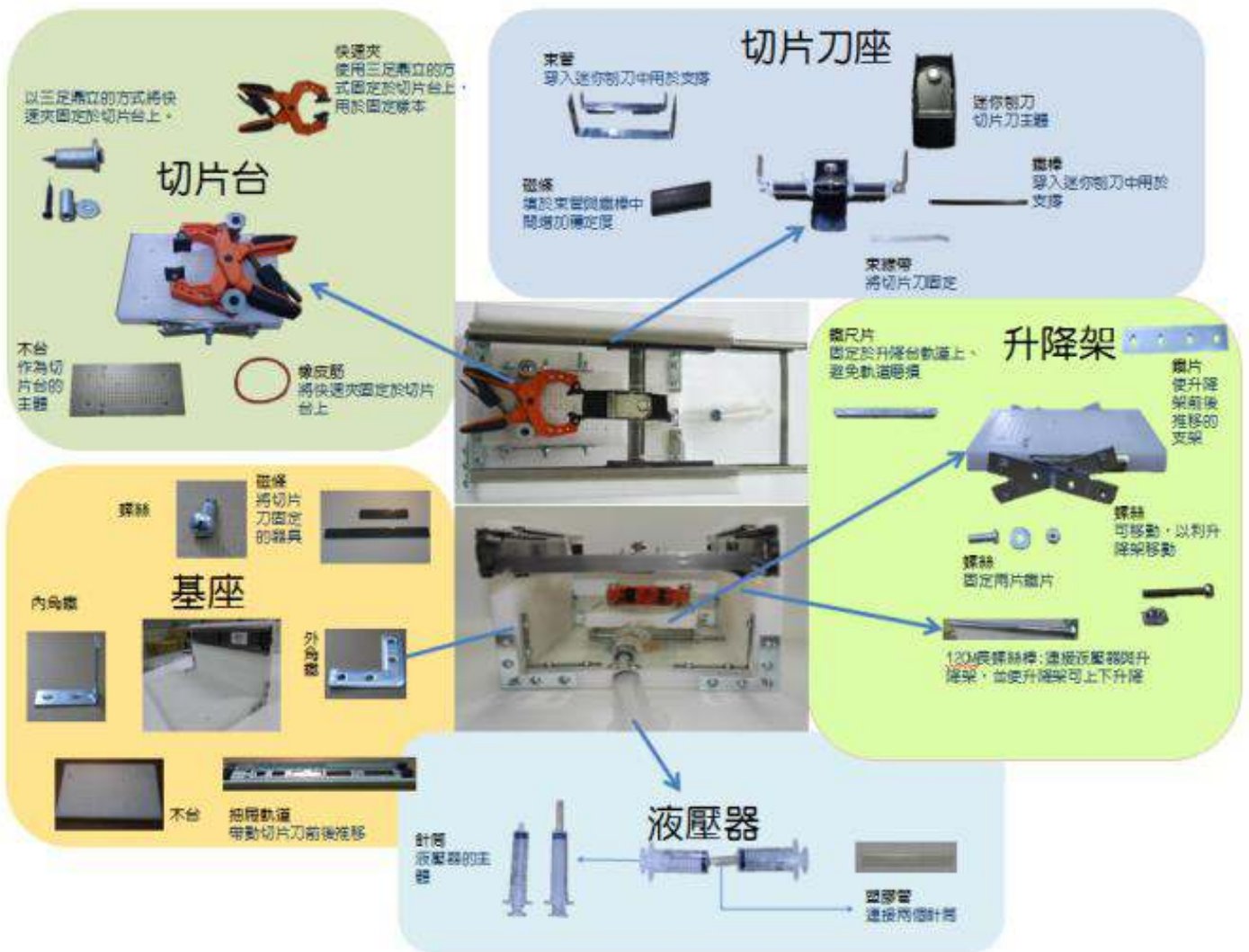
三、訪問記錄

於2014年11月訪問中央研究院林岑軒博士。

壹拾、附錄：自製創意切片機使用手冊

(含機器組裝+樣品處理+機器操作方法+使用範例)

自製創意切片機



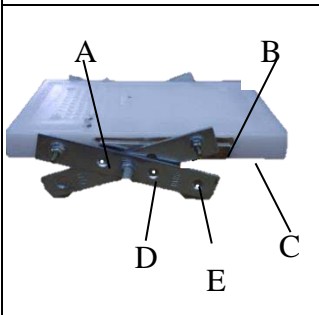

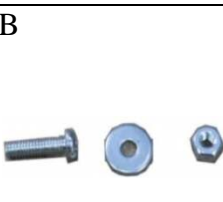

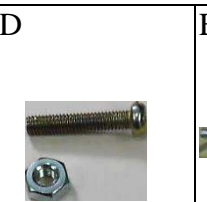

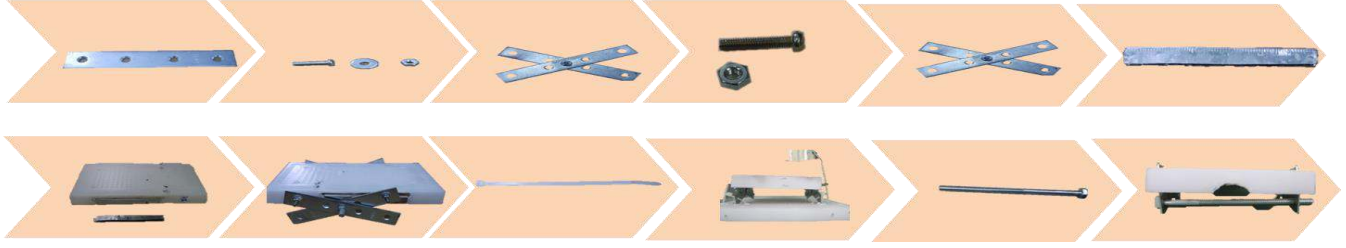
使用手冊

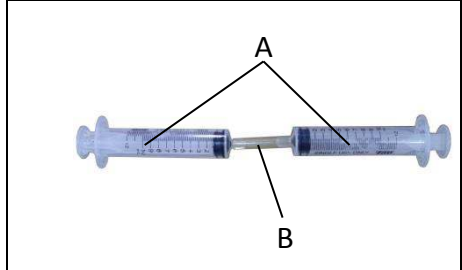


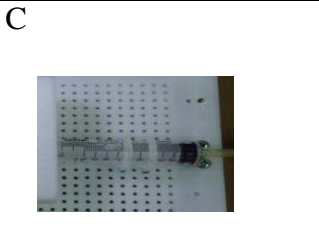

I 《自製創意切片機零件配製與組裝》

基座	零件與組合					
	A	B	C			
	5 X 8 PVC 木台	外角鐵	內角鐵			
	D	E	F			
自攻螺絲	抽屜軌道	磁條				
組合：E	F	E + F	A*3 片	A+E+F	B+C	A+E+F+B+C

切片刀座	零件						
	A	B	C	D	E	F	G
	管束→刀架 把手	刨刀	集線帶	19.9cm*0.7cm 磁條	鐵條	30cm*2cm 磁條	抽屜軌道
	組合：A	將 A 管束裁減	BDE 零件	B+D+E	B+D+E+C	B+D+E+C+F	B+D+E+C+F+G

切片台	零件					
	A	B	C	D	E	
	3*5 方木台	快速夾	橡皮筋	1/4 華司 1.5 尖尾十字頭螺絲 + 螺絲管	木螺絲	
	組合：A	D 的組合	A+D	C	B	A+D+E

升降架	零件				
	A 	B 	C 	D 	E 
	A 鐵片 G 集線帶	3/16*5/8 螺絲 1/8 華司 螺帽	鐵尺片	3mm*16 螺絲+螺帽	12cm 螺絲
組合：A	B	A+B	D	B+D	C
					
+切片台 A	組合完成	F	F+切片台	E	將 12cm 外角加入 A 鐵片

液壓器	零件		
	A 	B 	C 
	針筒	塑膠管	束線帶+螺絲
組合：B	A	A+B	A+B+基座 A+升降架
			

II 《樣品處理》(本切片機可採「直接切片」或「石蠟包埋」兩種方式)

直接切片

1. 將裁切過後的針筒套上橡皮筋增加摩擦力
2. 將樣本(植物)塞入針筒

石蠟包埋

1. 選出一張適合的亮面紙，如月曆紙
2. 將紙裁成適當的大小(建議如11cm*14.7cm)
3. 亮面在裡面摺成紙盒(紙盒容積 56.25cm³)
4. 將融化的蠟倒入紙盒鋪底0.2cm厚

5. 待步驟2蠟凝固後再倒入0.5cm厚融蠟
6. 將樣本放入紙盒等待蠟凝固後(樣本大小需小於紙盒大小)，樣本位置即固定
7. 將融蠟加入紙盒直到樣本被覆蓋
8. 等待步驟7冷卻冷卻
9. 將紙盒拆開，完成蠟塊

III 《切片機的使用方式》

1. 切片臺的操作

將樣品(裁切過後的針筒/蠟塊)放於快速夾中央，扣緊快速夾，並夾住蠟塊

2. 升降架與液壓器的操作

2個針筒1個加水8分滿，再推動加水的針筒(帕斯卡原理)，使針筒藉由軌道的軌跡及推動12cm六角螺絲的力量，讓切片臺上下升降頂到切片刀

3. 切片刀座的操作





利用軌道配合把手的來回推移，使刨刀前後移動，進行切片

4. 取樣

用鑷子或毛筆夾起或沾起切片樣本即可在觀察

IV 《使用範例》

A. 埋蠟切片：

			
樣本用小型快速夾具固定	將液壓系統向上推動	將刀座來回推移切取樣本	以鑷子取樣

B. 直接切片：

			
將樣本放入針筒	將套有橡皮筋的針筒用小型快速夾具固定	將刀片來回推動切取樣本	以鑷子取樣

【評語】 030804

1. 本研究自製創意切片機具有經濟性、實用性、環保性、便利性、教育性、科學性、延展性等優點。低成本與自製液壓器頗具特色。
2. 本作品若能在精度及商品的可靠度（使用壽命）上多著墨，可讀性更佳。