

屏東縣第 64 屆國中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：地球科學科

組 別：國小組

作品名稱：太陽公公請幫幫我-利用影子找方位

關鍵詞：太陽竿影、方位、外南中北法（最多三個）

編號：A5002

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.....	03
肆、結論.....	25
伍、參考資料及其他.....	27

摘要

我們以自製的太陽方位觀測器做方位的觀測，不管是 10 分鐘內以 5 分鐘記錄一次的方式做觀測，還是 20 分鐘內以 5 分鐘記錄一次的方式做觀測，甚至不同時間和地點做觀測，我們發現吸管頂端影子的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向，單靠這樣還不能指出北方，因此，配合「所畫出來的垂直線」，以及「早晨太陽在右手邊方向，下午太陽在左手邊方向」來輔助就可以找出北方了。我們進一步以直立、歪斜甚至是歪七扭八的樹枝做成太陽方位觀測器做方位的觀測，樹枝頂端的三個投影點的連線也是東西方向，所畫出來的垂直線就是南北方向，因此我們可以用樹枝做成的太陽方位觀測器做方位的觀測。如果搭配「早晨太陽在右手邊方向，下午太陽在左手邊方向」來輔助，就可以知道正確的東西南北等方位。我們也進一步分析了外南法與中北法的原理，甚至討論出一個方便操作不容易弄錯的操作方法來找出南北方位。

壹、前言

一、研究動機

最近野外露營活動和登山活動都很夯，為避免迷路，方位的判斷是一件相當重要的技能，在 3C 產品發達的今天，我們可以下載相關的 APP 在手機或平板上操作，但一旦電力不足時就很容易迷路和發生山難，而最方便的莫過於利用指北針找出北方的方位，可是指北針又容易因磁極顛倒使得操作時不知道所找到的北方正不正確，等到找到正確方位時可能已經浪費掉許多寶貴的時間，因此，我們想利用太陽照射物體的影子軌跡來找出南北方位。

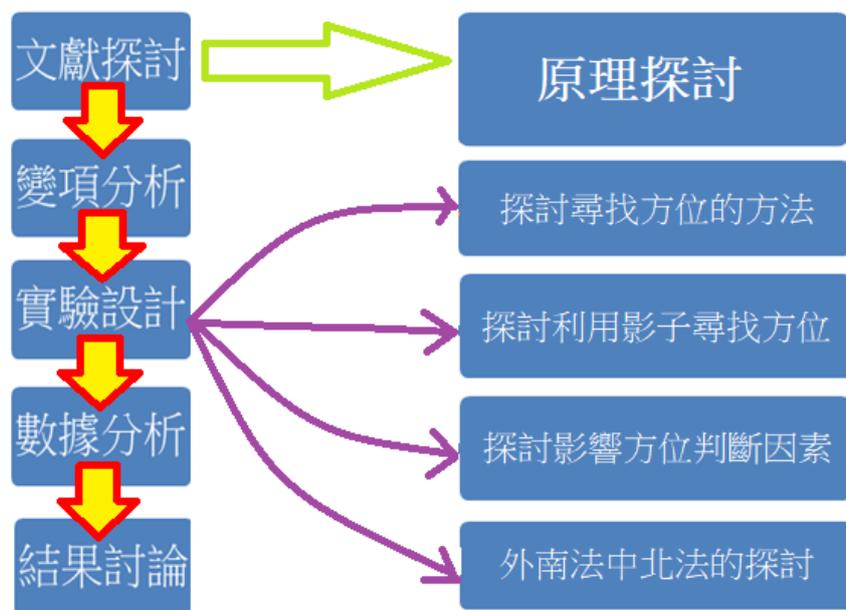
二、研究目的

我們想要探討如何利用太陽照射物體的影子尋找正確的方位，因此，我們想研究以下幾個項目：

- 1、探討目前常用來尋找正確方位的方法。
- 2、探討可不可以利用太陽照射物體的影子來尋找正確的方位。
- 3、探討時間與地點是否會影響方位的判斷。
- 4、同樣利用影子找方位「外南法與中北法」的探討與延伸。



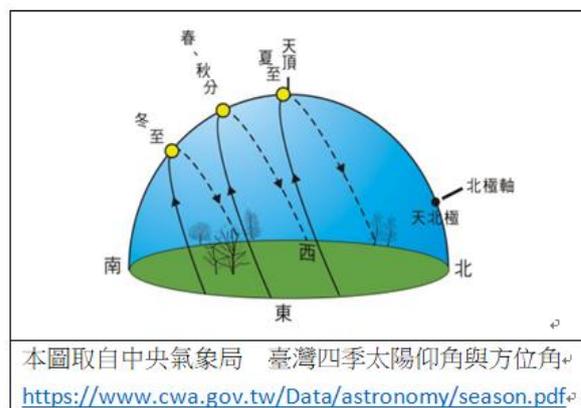
三、研究架構圖



四、文獻探討

(一) 觀測太陽位置的方法：

雖然說「日出東方，日落西山」，但在台灣島一年 365 天，太陽並不是每一天都是從正東方升起和正西方落下的。以日出來說，除了在春分和秋分前後幾天是從正東方升起之外，其他日子都是偏離正東方的。因地軸傾斜大約 23.4 度，



每當春分(大約 3 月 21 日)秋分時(大約 9 月 21 日)，太陽才會從正東方升起，從正西方落下。春分後，太陽北移，夏至時到達最北，即北回歸線上，這時太陽出於東偏北方，西偏北方落下；秋分後，太陽沿黃道南移，冬至時到達最南，即南回歸線上，這時太陽出於東偏南方，西偏南方落下。但是這些只在日出和日落時才容易判斷方位，如果要更詳細的資料，還是需要到交通部中央氣象署的每日天文現象查詢全台各地太陽日出日沒的詳細資料，然後再利用這些資料來判斷方位，但這樣的方法不僅不方便，而且誤差很大，還不如用指北針或太陽和竿影來判斷方位比較方便和正確。

(二) 利用太陽和竿影來判斷

在天氣晴朗的條件下，不同時間竿影會有方向的改變，也會有長短的改變，

上午時，太陽在東邊，竿影在西邊；下午時，太陽在西邊，竿影在東邊；也就是說，白天時從早上到下午，太陽的方位是從東方往西方移動，而竿影卻是從西方往東方移動；而且，從早上到中午，竿影的長度是由長逐漸變短；從中午到下午，竿影的長度是由短逐漸變長，也就是說，中午時該影最短。因地軸傾斜大約 23.4 度，所以在北緯 23.5 度的北回歸線，會在夏至日(大約 6 月 21 日) 發生太陽將在正午越過天頂並出現垂直的棍棒沒有影子的現象。用太陽和竿影來判斷方位，不僅方便，正確度也高，唯一是這種方法僅限天氣晴朗時才可以，天氣陰天或是雨天就不能用這種方法了。

(三) 外南法與中北法：

外南法和中北法都是童軍活動中常用來判斷方位的方法；外南法是指將棍子放在時針外側，將太陽造成的影子與時針重疊，如此一來時針跟 12 點鐘方向的銳角角平分線就是南方。中北法，則是將棍子放在時針內側（手錶正中央），將太陽造成的影子與時針重疊，如此一來時針跟 12 點鐘方向銳角的角平分線就是北方。

貳、研究設備及器材

一、研究材料與器材

			
指北針	手機與方位 APP	鬧鐘	自製太陽方位觀測器

參、研究過程、方法與結果討論

一、前置作業

(一) 自製一個太陽方位觀測器：

1. 依據康軒課本五下第四單元神秘的天空 101 頁至 102 頁的方法組裝一個自製的太陽方位觀測器。
2. 將棉線穿過吸管，吸管底下預留約 2 公分長的棉線，再將吸管連同棉線插入底座。將底座固定在方位盤中心，檢查吸管和地面是否垂直。
3. 將指北針盤面上的南北對準方位盤上的南北。轉動方位盤，讓盤面上的北字對準

指針箭頭，並記錄影子方位和太陽方位。



本圖取自康軒五上自然課本第 101 頁



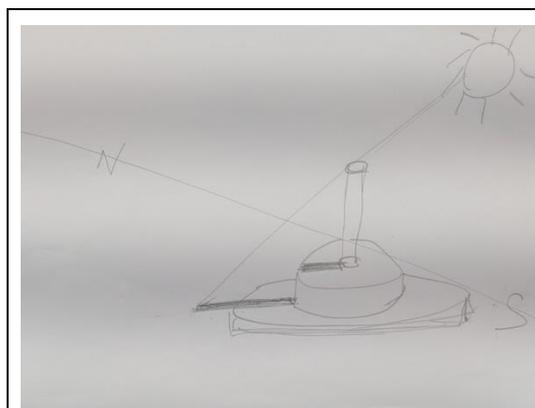
本圖取自康軒五上自然課本第 102 頁

(二) 自製的太陽方位觀測器碰到問題：

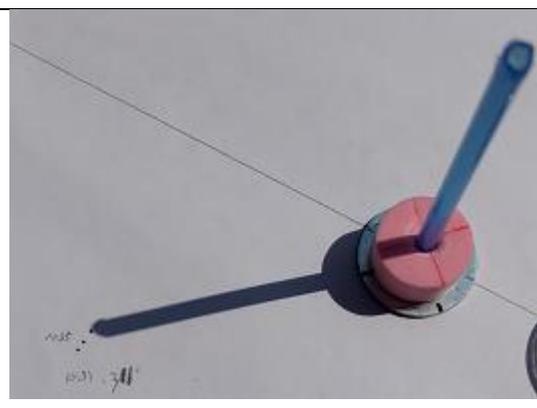
- 1.我們發現，每次用我們自製的太陽方位觀測器測量太陽的高度角時，每次測量的結果差別很大，經我們多次觀察，發現在量太陽方位角時，吸管常因沒有插好而歪一邊，也就是沒有和地面保持垂直，使得每次測量太陽方位角所得的角度常常不同。

(三)改良自製太陽方位觀測器：

- 1.我們認為，課本上的太陽方位觀測器只是「將吸管連同棉線插入底座，將底座固定在方位盤中心，檢查吸管和地面是否垂直」，這樣根本就不牢固，而且吸管常常會歪一邊而不知，還需要「檢查吸管和地面是否垂直」，真的太麻煩了。
- 2.為讓吸管「可以直立不動，且不會翻倒」，我們認為需要加重底座的重量，這樣才會穩固不易翻倒，因此我們使用自然教室裡四輪車的泡棉輪子當底座，泡棉下面黏上比四輪車泡棉輪子還要大的華司金屬墊片當作底座，用四輪車車軸的細吸管並削尖一端，這樣就可以組成一個簡單又好用的太陽方位觀測器了。



自製【太陽方位觀測器】設計草圖



根據草圖所做出的太陽方位觀測器

二、實驗方法與步驟

【研究一】、探討白天時目前常用來尋找正確方位的方法。

研究方法：

(一) 以指北針判定方位：

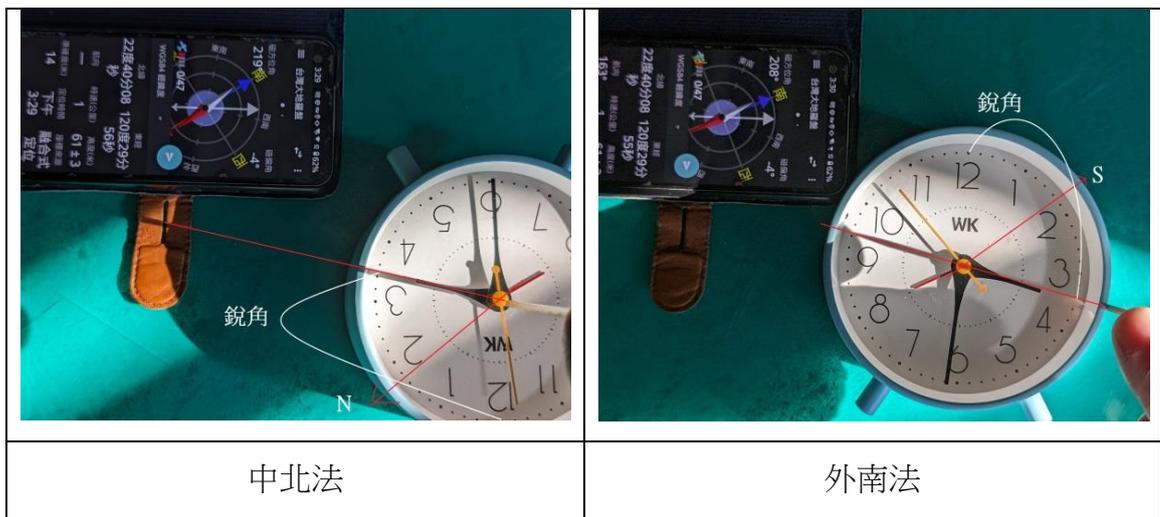
指北針的指針具有磁性，指針箭頭是 N 極，另一端為 S 極，由於磁鐵的性質是「異極相吸，同極相斥」，指針箭頭（N 極）與位在地球北方內部的地磁 S 極相互吸引而朝向北方，所以指北針是利用地球磁場作用來指示北方，然後以北方為起始點，順時針方向依序訂出各方位角。指北針不管任何型式，都有以下共同的使用步驟：

- 1.把指北針放在一個平坦的地方。
- 2.旋轉指北針的方位盤，使磁針與方位盤上的「北」字重疊。
- 3.此時指北針指針指的方位就是北方。



(二) 利用手錶與太陽的陰影來判定方位

- 1.外南法：先將手錶平放在地面上，用一根又細又直的木棒（如竹筷子）放在手錶時針的尖端，然後讓細木棒的影子與時針重疊，如此一來時針跟 12 點鐘方向銳角的角平分線就是南方。
- 2.中北法：先將手錶平放，用一根又細又直的木棒（如竹筷子）放在手錶正中央，然後讓細木棒的影子與時針重疊，如此一來時針跟 12 點鐘方向銳角的角平分線就是北方。
- 3.不管是外南法，還是中北法，都必須使用有指針的手錶，如果是目前常用的電子手錶，除非有分針和時針的指針，否則就無法使用這個方法。



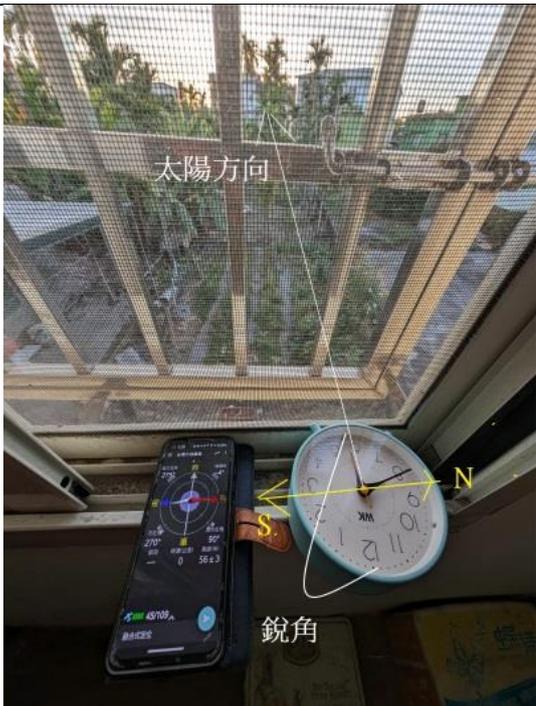
(三)以太陽來判定方位：

在台灣，太陽一天所在位置：早上大致在東方，中午在正上空稍偏南方，傍晚大致在西方，用這個方法判斷東西方向有個缺點，在台灣的一年四季中，只有春天的春分【每年的 3 月 21 日】和秋天的秋分【每年的 9 月 21 日】時，太陽才會從正東方升起，從正西方落下。其餘的時間因冬天時太陽會從東偏南的方位升起，從西偏南的方位落下；夏天時太陽會從東偏北的方位升起，從西偏北的方位落下；所以只能說【太陽一天所在位置：早上大致在東方，中午在正上空稍偏南方，傍晚大致在西方】。用這個方法所得到的方位只能說是「大約」的方位，還是會有誤差；而且還要熟記太陽方位與季節的關係，如果對這樣的關係不熟悉的話，所判斷的方位和實際的方位會差距很大，尤其是冬天和夏天的時候。如果要更詳細的資料，還是需要到交通部中央氣象署的每日天文現象查詢全台各地太陽日出日沒的詳細資料，然後再利用這些資料來判斷方位，但這樣的方法不僅不方便，而且誤差很大，還不如用指北針或太陽和竿影來判斷方位比較方便和正確。

(四) 手錶與太陽判定方位法（時錶定向法）

將手錶面平放，使時針指向太陽，時針與錶面十二時之角平分線，即為南北方向線，白天時的角平分線指向南方，延長線就是指向北方。其實，這個方法就是(二)利用手錶與太陽的陰影來判定方位的「外南法」的應用，因為外南法是「先將手錶平放在地面上，用一根又細又直的木棒（如竹筷子）放在手錶時針的尖端，然後讓細木棒的影子與時針重疊，如此一來時針跟 12 點鐘方向的角平分線就是南方」；而「時錶定向法」是「將手錶面平放，使時針指向太陽，時針與錶面十二時之角平分線，即為南北方向線，白天時的角平分線指向南方，延長線就是指向北方」；外南

法是將「木棒（如竹筷子）放在手錶時針的尖端，然後讓細木棒的影子與時針重疊」，這裡的重點是「讓細木棒的影子與時針重疊」，既然「細木棒的影子與時針要重疊」，就是說「時針指向太陽」，這樣「放在時針尖端外側細木棒的影子才能和時針重疊」；而「時錶定向法」是「將手錶面平放，使時針指向太陽」；這樣比起來，我們如將「外南法上時針尖端外側的細木棍拿掉」，這時候的「外南法」和「時錶定向法」完全是一樣的操作方式。

	
<p>時錶定向法【上午 8：05】</p>	<p>時錶定向法【下午 5：40】</p>
	
<p>外南法【上午 8：03】</p>	<p>外南法【下午 3：31】</p>

(五)自製日晷：

- 1.由於從白天的太陽位置會隨著時間變化而改變，所以從太陽位置和時間的關係可以知道大致的方位，如中午 12 點前後兩小時測量，然後畫出兩次測量的角平分線便可推算北方的位置。
- 2.要等兩個小時，未免也太久了，而且兩小時後的天氣狀況，尤其是在深山裡時也很難預知。

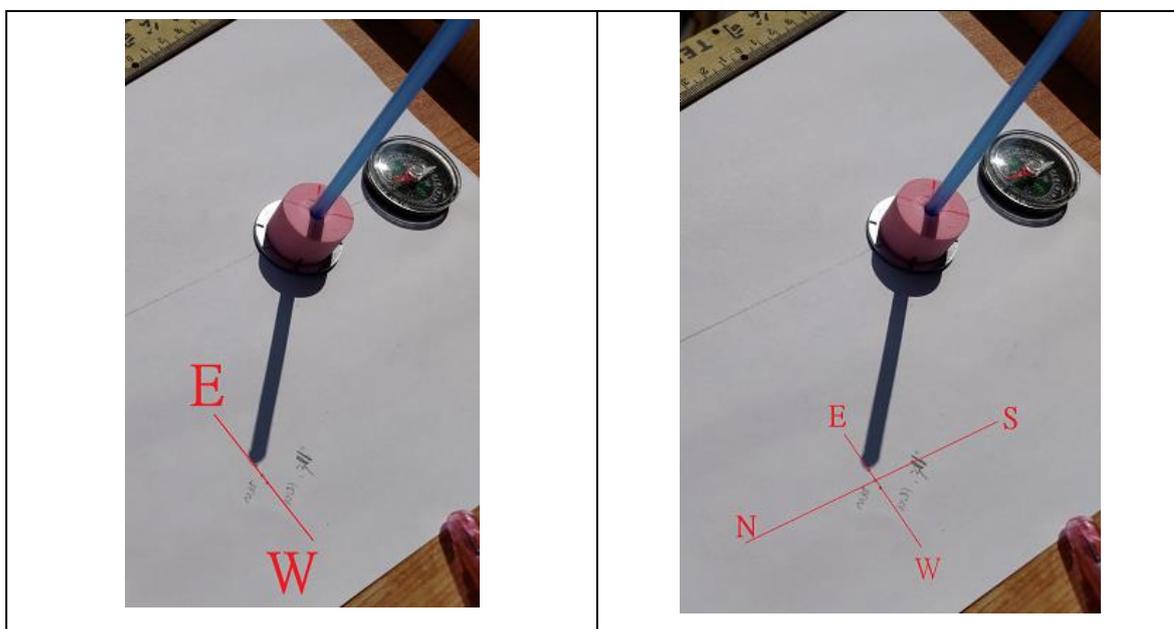
【研究二】、探討可不可以利用太陽照射物體的影子來尋找正確的方位。

問題一、竿影的軌跡連線可否找出正確方位？

研究方法：

- 1.將一張 A4 紙以直尺畫一條直線，平舖在桌面上。
- 2.在紙上放一個指北針，調整好指北針的方向，使得指北針的磁針、方位盤上的「北」字以及 A4 紙上的直線重疊。
- 3.將自製太陽觀測器放在 A4 紙上，紀錄 A4 紙上竿影的位置、太陽方位角以及高度角。
- 4.每隔五分鐘記錄一次。

(研究過程與結果)



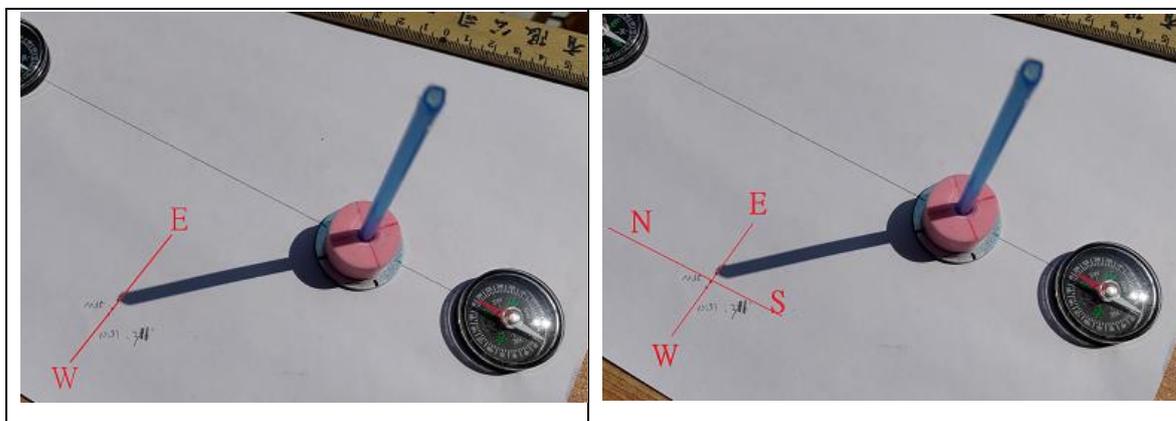
小結：

- 1.從上圖，我們從 112 年 2 月 18 日 10：31→10：35→10：40 這樣短時間的測量中，我們發現從 10：31 時吸管頂端的投影點，一直到 10：40 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。
- 2.搭配圖中指北針所呈現的南北方位，經由「兩個不同時間竿影頂端連線是指向東

西方位」，而「兩個不同時間竿影頂端連線的垂直線是指向南北方位」的。

3. 這個實驗所得到的圖初步看起來只能知道東西方與南北方，光從圖是無法直接知道東西南北正確的方位；但如果搭配「早晨太陽在右手邊方向，下午太陽在左手邊方向」來輔助，就可以知道正確的東西南北等方位。

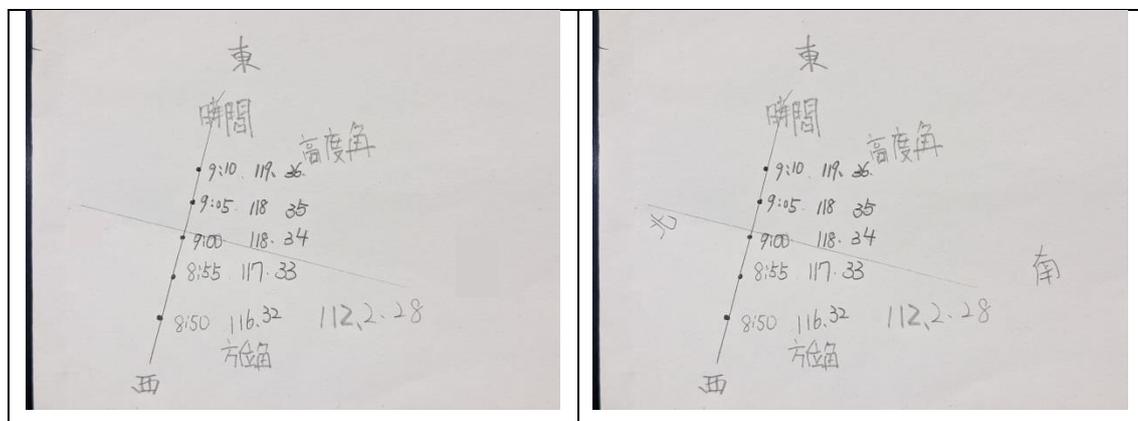
(研究過程與結果)



小結：

1. 從上圖，我們從 112 年 2 月 19 日 10:31→10:35→10:40 這樣短時間的測量中，我們發現從 10:31 時吸管頂端的投影點，一直到 10:40 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。
2. 搭配圖中指北針所呈現的南北方位，經由「三個不同時間竿影頂端連線是指向東西方位」，而「三個不同時間竿影頂端連線的垂直線是指向南北方位」的。
3. 這個實驗所得到的圖初步看起來也是只能知道東西方與南北方，光從圖是無法直接知道東西南北正確的方位；但如果搭配「早晨太陽在右手邊方向，下午太陽在左手邊方向」來輔助，就可以知道正確的東西南北等方位。

(研究過程與結果)



小結：

- 1.從上圖，我們從 112 年 2 月 28 日 8：50→9：10 以 20 分鐘的測量中，我們發現從 8：50 時吸管頂端的投影點，一直到 9：10 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。
- 2.搭配圖中指北針所呈現的南北方位，經由「三個不同時間竿影頂端連線是指向東西方位」，而「三個不同時間竿影頂端連線的垂直線是指向南北方位」的。
3. 這個實驗所得到的圖初步看起來也是只能知道東西方與南北方，光從圖是無法直接知道東西南北正確的方位；但如果搭配「早晨太陽在右手邊方向，下午太陽在左手邊方向」來輔助，就可以知道正確的東西南北等方位。

問題二、竿子的長度是否會影響方位的判斷？

研究方法：

- 1.準備一枝長約 1m 的長樹枝，垂直插在泥土中。
- 2.準備四枝小樹枝，紀錄樹枝影子頂端的位置。
3. 準備一枝直尺和指北針。
- 4.每隔五分鐘記錄一次。
5. 將直尺平靠在三枝小樹枝連線，以第四枝小樹枝當垂直線。
- 6.檢查第四隻小樹枝所指的方向和指北針的南北方向有沒有一致。

（研究過程與結果）





小結：

- 1.從上圖，我們每 5 分鐘測量一次【圖 1】，10 分鐘後結束【圖 2】，在這 10 分鐘的測量中，我們發現樹枝頂端的三個投影點，這三個點的連線也是東西方向【圖 3】，所畫出來的垂直線就是南北方向【圖 4】。
- 2.搭配圖中指北針所呈現的南北方位，經由「三個不同時間竿影頂端連線是指向東西方位」，而「三個不同時間竿影頂端連線的垂直線是指向南北方位」的。
- 3.所以「竿子的長度不會影響方位的判斷」，在郊外反而因容易取得更方便。
- 4.利用竹竿陰影的頂端連線所得到的圖初步看起來也是只能知道東西方與南北方，光從圖是無法直接知道東西南北正確的方位；但如果搭配「早晨太陽在右手邊方向，下午太陽在左手邊方向」來輔助，就可以知道正確的東西南北等方位。

問題三、竿子的角度是否會影響方位的判斷？

研究方法：

- 1.準備一枝長約 1m 的長樹枝，任意斜插在泥土中。
- 2.準備四枝小樹枝，紀錄樹枝影子頂端的位置。
- 3.準備一枝直尺和指北針。
- 4.每隔五分鐘記錄一次。
- 5.將直尺平靠在三枝小樹枝連線，以第四枝小樹枝當垂直線。
- 6.檢查第四隻小樹枝所指的方向和指北針的南北方向有沒有一致。

（研究過程與結果）



圖 5



圖 6



圖 7



圖 8



圖 9



圖 10

小結：

- 1.從上圖，我們每 5 分鐘測量一次【圖 5】，10 分鐘後結束【圖 6】，在這 10 分鐘的測量中，我們發現歪斜一邊樹枝頂端的三個投影點，這三個點的連線也是東西方向【圖 7、圖 8、圖 9】，所畫出來的垂直線就是南北方向【圖 10】。
- 2.搭配圖中指北針所呈現的南北方位，經由「三個不同時間竿影頂端連線是指向東

西方位」，而「三個不同時間竿影頂端連線的垂直線是指向南北方位」的。

3. 所以「竿子與地面的夾角不會影響方位的判斷」。

研究結果與討論：

1. 我們以自製的小型太陽方位觀測器做方位的觀測，我們先從 10 分鐘內以 5 分鐘記錄一次的方式做觀測，發現吸管三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。
2. 我們以自製的小型太陽方位觀測器做方位的觀測，我們從 20 分鐘內以 5 分鐘記錄一次的方式做觀測，發現吸管五個點的連線也是東西方向，所以所畫出來的垂直線也一定是南北方向。
3. 我們以長 1m 的樹枝做成的太陽方位觀測器做方位的觀測，樹枝頂端的三個投影點，這三個點的連線也是東西方向，所畫出來的垂直線就是南北方向，所以「竿子的長度不會影響方位的判斷」。
4. 我們將「長 1m 的樹枝斜斜插在泥土上」做成的太陽方位觀測器做方位的觀測，樹枝頂端的三個投影點，這三個點的連線也是東西方向，所畫出來的垂直線就是南北方向，所以「竿子與地面的夾角不會影響方位的判斷」。
5. 在一定的時間內做連續的竿影觀測方位，只要兩連續的竿影分離的清楚，也就是可以判斷是兩個不同竿影，則「三個不同時間竿影頂端連線是指向東西方位」，而「三個不同時間竿影頂端連線的垂直線就是指向南北方位」的。
6. 從「自製的吸管小型太陽方位觀測器」、「自製的樹枝小型太陽方位觀測器」這個實驗所得到的圖初步看起來都是只能知道東西方與南北方，光從圖是無法直接知道東西南北正確的方位；但如果搭配「早晨太陽在右手邊方向，下午太陽在左手邊方向」來輔助，就可以知道正確的東西南北等方位。

【研究三】、探討時間與地點是否會影響方位的判斷？

問題一、「早晚不同時間」是否會影響方位的判斷？

研究方法：

1. 重複實驗二問題一的實驗步驟。
2. 將自製太陽觀測器放在 A4 紙上，紀錄紙上竿影的位置、太陽方位角以及高度角。
3. 分別在同一天的早上、中午與下午各操作一次。
4. 每隔五分鐘記錄一次。

(研究過程與結果)

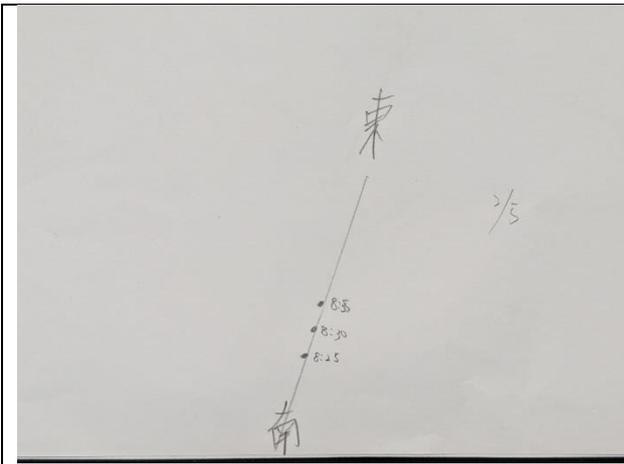


圖 11 112 年 2 月 5 日早上 8 : 25→8 : 35

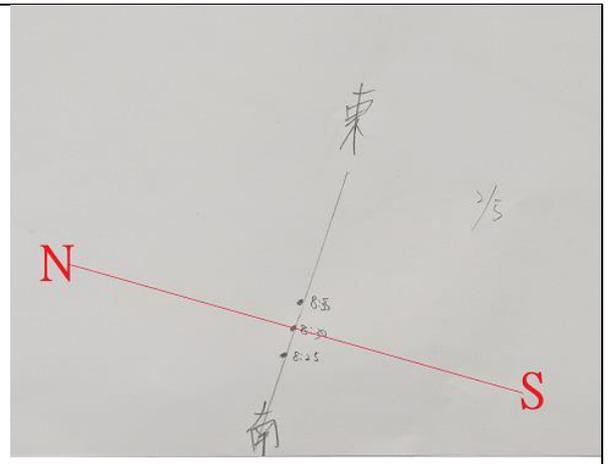


圖 12 112 年 2 月 5 日早上 8 : 25→8 : 35

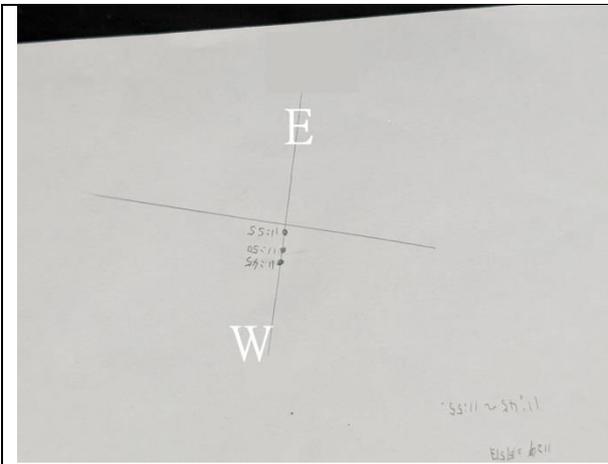


圖 13 112 年 2 月 5 日中午 11 : 45→11 : 55

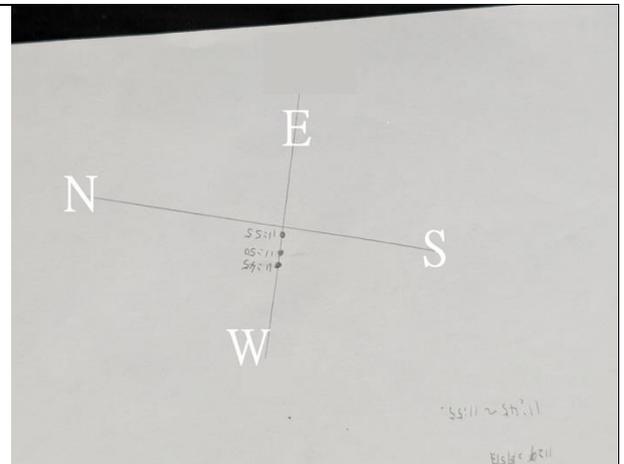


圖 14 112 年 2 月 5 日中午 11 : 45→11 : 55

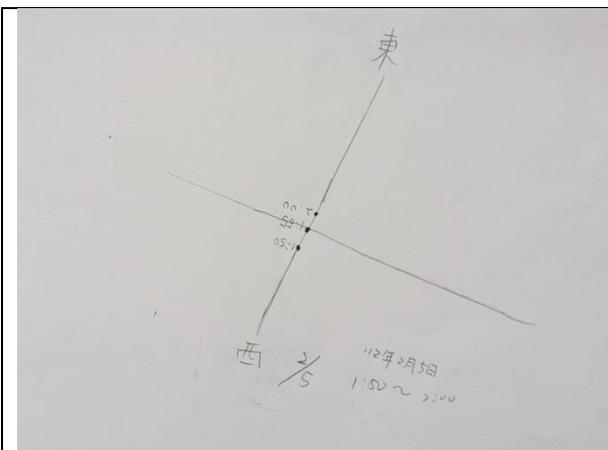


圖 15 112 年 2 月 5 日下午 1 : 50→2 : 00

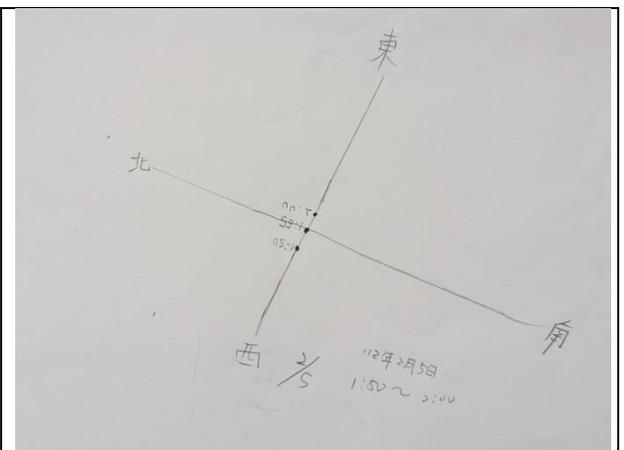


圖 16 112 年 2 月 5 日下午 1 : 50→2 : 00

小結：

1. 從上圖 11 和圖 12，我們從 112 年 2 月 5 日早上 8：25→8：35，在 10 分鐘的測量中，我們發現從 8：25 時吸管頂端的投影點，一直到 8：35 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。
2. 從上圖 13 和圖 14，我們從 112 年 2 月 5 日中午 11：45→11：55，以 10 分鐘的測量中，我們發現從 11：45 時吸管頂端的投影點，一直到 11：55 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。
3. 從上圖 15 和圖 16，我們從 112 年 2 月 5 日下午 1：50→2：00，以 10 分鐘的測量中，我們發現從 1：50 時吸管頂端的投影點，一直到 2：00 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。
4. 「三個不同時間竿影頂端連線是指向東西方位」，而「三個不同時間竿影頂端連線的垂直線是指向南北方位」的。
5. 在「同一天早晚的不同時間」做太陽的方位觀測是不會影響方位的判斷。

問題二、「不同月份」是否會影響方位的判斷？

研究方法：

1. 重複實驗二問題一的實驗步驟。
2. 將自製太陽觀測器放在 A4 紙上，紀錄 A4 紙上竿影的位置、太陽方位角以及高度角。
3. 分別在二月和五月各找一～三天的早上、中午與下午各操作一次。
4. 每隔五分鐘記錄一次。

(研究過程與結果)

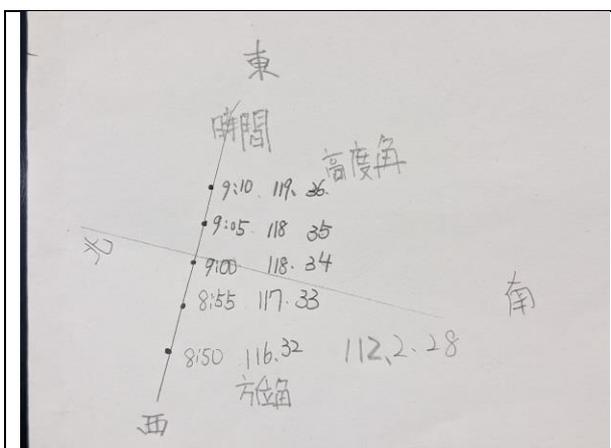


圖 17 112 年 2 月 28 日早上 8：50→9：

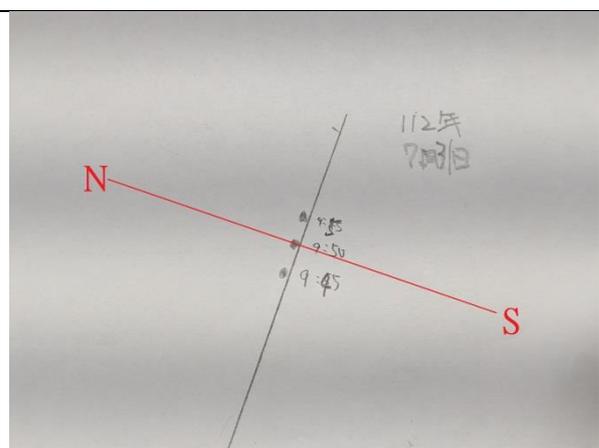


圖 18 112 年 7 月 31 日早上 9：45→9：

10	55
----	----

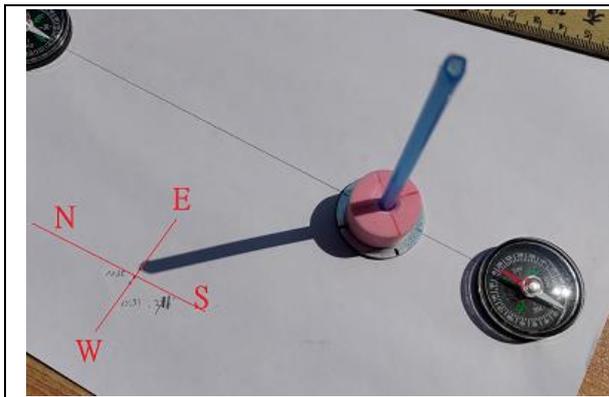


圖 19

112 年 2 月 19 日中午 10 : 31→10 : 40

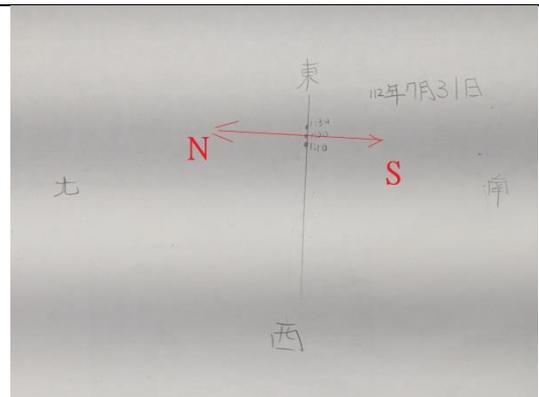


圖 20

112 年 7 月 31 日中午 13 : 10→13 : 30

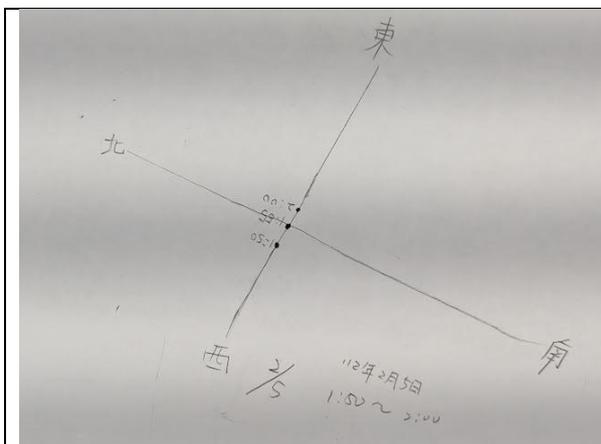


圖 21 112 年 2 月 5 日下午 1 : 50→2 : 00

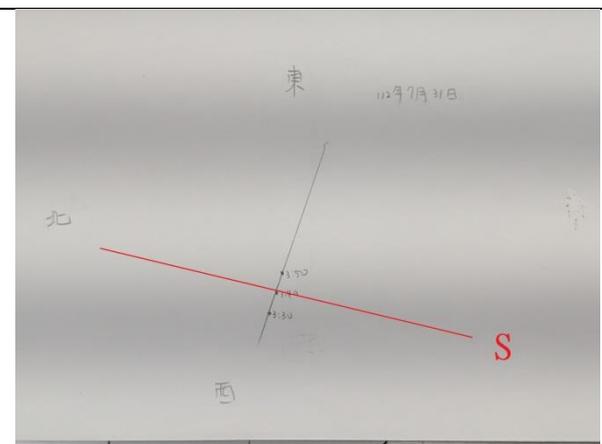


圖 22 112 年 7 月 31 日下午 3 : 30→3 : 50

小結：

- 1.從上圖，我們從 112 年 2 月 5 日早上 8 : 50→9 : 10，以 10 分鐘的測量中，我們發現從 8 : 50 時吸管頂端的投影點，一直到 9 : 10 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向；112 年 7 月 31 日早上 9 : 45→9 : 55 的測量中，我們發現從 9 : 45 時吸管頂端的投影點，一直到 9 : 55 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。
- 2.我們從 112 年 2 月 19 日中午 10 : 31→10 : 40 的測量中，我們發現從 10 : 31 時吸管頂端的投影點，一直到 10 : 40 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向；112 年 7 月 31 日早上 13 : 10→

13:30 的測量中，我們發現從 13:10 時吸管頂端的投影點，一直到 13:30 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。

3. 我們從 112 年 2 月 5 日下午 1:50→2:00 的測量中，我們發現從 1:50 時吸管頂端的投影點，一直到 2:00 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向；112 年 7 月 31 日下午 3:30→3:50 的測量中，我們發現從 3:30 時吸管頂端的投影點，一直到 3:50 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。

4. 「在不同月份不同時間，三個連續不同時間竿影頂端連線是指向東西方位」，而「三個不同時間竿影頂端連線的垂直線是指向南北方位」的。

5. 在「在不同月份不同時間」做太陽的方位觀測同樣是不會影響方位的判斷。

問題三、「不同地點」是否會影響方位的判斷？

研究方法：

1. 重複問題一的實驗步驟。
2. 將自製太陽觀測器放在 A4 紙上，紀錄 A4 紙上竿影的位置、太陽方位角。
3. 改在香港操作一次。
4. 每隔五分鐘記錄一次。

(研究過程與結果)

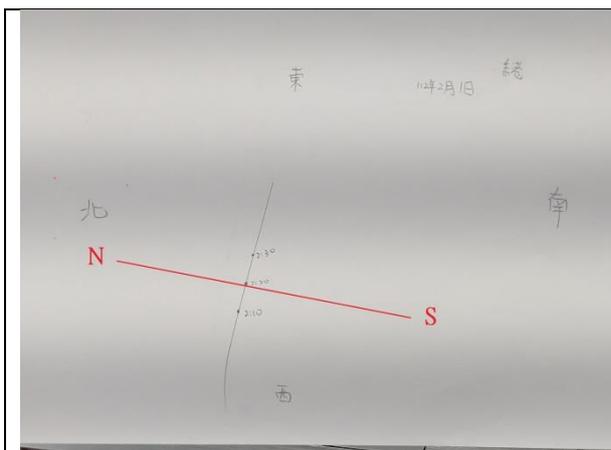


圖 23 112 年 2 月 1 日下午 2:10→2:30

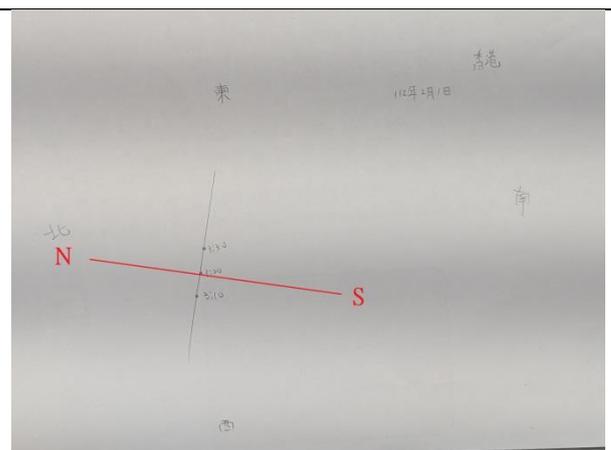


圖 24 112 年 2 月 1 日下午 3:10→3:30

小結：

1. 從上圖 23，我們從 112 年 2 月 1 日下午 2:10→2:30，我們發現從下午 2:10 時

吸管頂端的投影點，一直到 2：30 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。

2. 從上圖 24，我們從 112 年 2 月 1 日下午 3：10→3：30，我們發現從下午 3：10 時吸管頂端的投影點，一直到 3：30 時吸管頂端的投影點，這三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。
4. 「三個不同時間竿影頂端連線是指向東西方位」，而「三個不同時間竿影頂端連線的垂直線是指向南北方位」的。
5. 在「不同地點」是否會影響方位的判斷，做太陽的方位觀測是不會影響方位的判斷。

研究結果與討論：

1. 我們以自製的太陽方位觀測器，在「同一天早晚的不同時間」做太陽的方位觀測，10 分鐘內以 5 分鐘記錄一次的方式做觀測，發現吸管三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。是不會影響方位的判斷。
2. 我們以自製的太陽方位觀測器，「在不同月份不同時間」，做太陽的方位觀測，10 分鐘內以 5 分鐘記錄一次的方式做觀測，發現吸管三個點的連線同樣是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。三個連續不同時間竿影頂端連線是指向東西方位」，而「三個不同時間竿影頂端連線的垂直線是指向南北方位」的。在「在不同月份不同時間」做太陽的方位觀測同樣是不會影響方位的判斷。
3. 我們以自製的太陽方位觀測器，到「香港」做同樣的太陽的方位觀測，10 分鐘內以 5 分鐘記錄一次的方式做觀測，發現吸管三個點的連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向，所以說，在「不同地點」做太陽的方位觀測是不會會影響方位的判斷。

【研究四】、同樣利用影子找方位「外南法與中北法」的探討與延伸

問題一、「外南法」的原理是什麼？為什麼時針跟 12 點鐘方向的銳角角平分線就是南方？

研究方法：

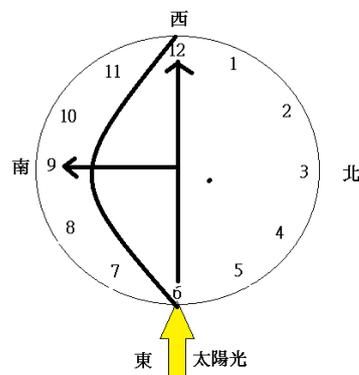
1. 因手錶錶面太小，所以以有時針與分針的鬧鐘取代手錶，以便實驗操作與討論。
2. 探討「外南法」的原理。

研究結果與討論：

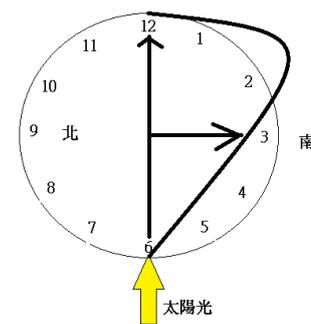
1. 外南法是指將棍子放在時針外側，將太陽造成的影子與時針重疊，如此一來時針

跟 12 點鐘方向的銳角角平分線就是南方。上午的時候在手錶錶面的左半邊（也就是在 6、7、8、9、10、11、12 之間的區域上），下午的時候在手錶錶面的右半邊（也就是在 12、1、2、3、4、5、6 之間的區域上）。簡單的說，先不管早上六點與晚上六點，外南法中所要平分的角，是夾角比較小的角。

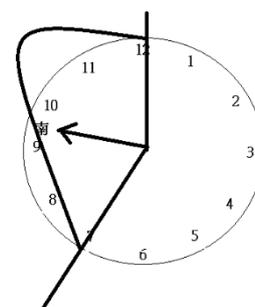
2. 以 3 月 21 日春分當日來說，因為春分前後幾天太陽是從正東方升起，如右圖，春分當天早上 6：00 左右，太陽從正東方升起，此時時針與 12 之間的夾角是 180° ，依據外南法的方法，將這個 180° 的角平分， $180 \div 2 = 90$ ，所以平分後所得到的 90° 的角剛好指向 9 點鐘的方向，所以這時候「從手錶錶面中心指向 9 點鐘方向就是南方」，而相反的方向【從手錶錶面中心指向 3 點鐘方向】就是北方。



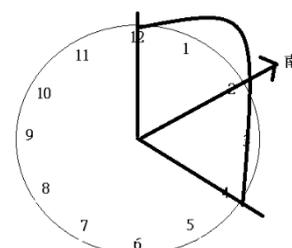
3. 以 3 月 21 日春分當日來說，因為春分前後幾天太陽是從正西方落下，如右圖，春分當天傍晚 6：00 左右，太陽從正西方落下，此時時針與 12 之間的夾角是 180° ，依據外南法的方法，將這個 180° 的角平分， $180 \div 2 = 90$ ，所以平分後所得到的 90° 的角剛好指向 3 點鐘的方向，所以這時候「從手錶錶面中心指向 3 點鐘方向就是南方」，而相反的方向【從手錶錶面中心指向 9 點鐘方向】就是北方。



4. 以 3 月 21 日春分當日來說，因為春分前後幾天太陽是從正東方升起，如右圖，依據外南法的方法，時針在 7 點時，此時 7 點至 12 點間的銳角角平分線在 9 點與 10 點的中間，所以這時候「從手錶錶面中心指向 9 點與 10 點的中間方向就是南方」，而相反的方向【從手錶錶面中心指向 3 點與 4 點的中間方向】就是北方。

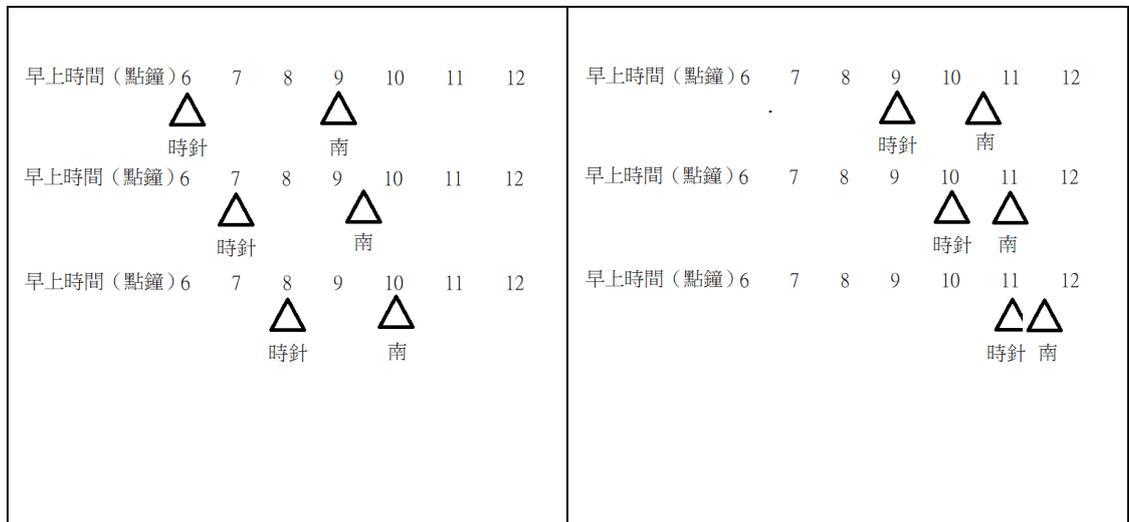


5. 以 3 月 21 日春分當日來說，因為春分前後幾天太陽是從正西方落下，如下圖，依據外南法的方法，時針在 4 點時，此時 4 點至 12 點間的銳角角平分線在 2 點鐘的方向，所以這時候「從手錶錶面中心指向 2 點的方向就是南方」，而相反的方向【從手錶錶面中心指向 8 點鐘的方向】就是北方。

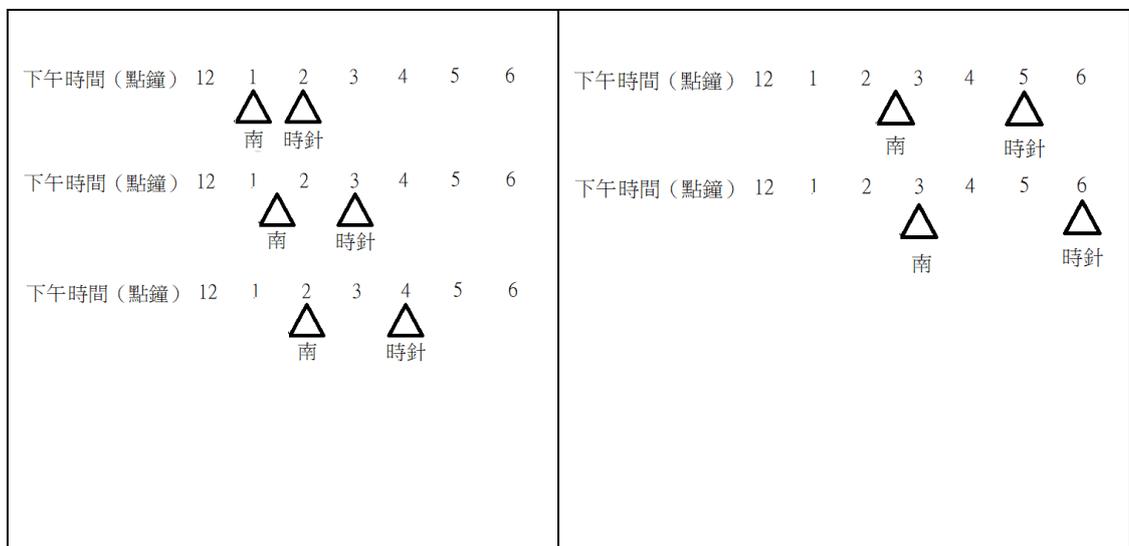


6. 以 3 月 21 日春分當日來說，依據外南法的方法，中午 12 點時時針在 12 點時指的方向正是南方。

7. 我們進一步發現到，以 3 月 21 日春分日來說，太陽早上 6 點升起到傍晚 6 點落下，剛好整個手錶錶面繞一圈，而依據外南法所畫出的南方從 9 點鐘方向一直到 3 點鐘方向剛好繞整個手錶錶面的半圈。



從上圖當時針從 6 點到 11 點，總共走了 5 大格，而依據外南法所畫出來的南方從 9 點鐘方向走到 11 點與 12 點之間共走 2.5 大格，走的格子數剛好是時針走的格子數的一半。



從上圖當時針從 2 點到 6 點，總共走了 4 大格，而依據外南法所畫出來的南方從 1 點之間走到 3 點鐘方向共走 2 大格，走的格子數剛好是時針走的格子數的一半。

從上面的討論，我們發現到「依據外南法所畫出來的南方一定是在時針與 12 點的正中間，走的格子數剛好是時針走的格子數的一半」，所以「外南法的南方

必需將時針跟 12 點鐘方向的銳角取角平分線」。

問題二、「中北法」的原理是什麼？為什麼時針跟 12 點鐘方向的銳角角平分線就是南方？

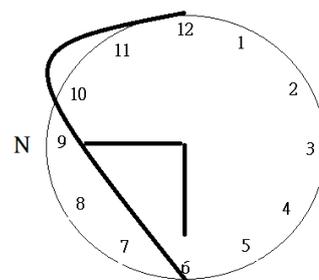
研究方法：

1. 因手錶錶面太小，所以以有時針與分針的鬧鐘取代手錶，以便實驗操作與討論。
2. 探討「中北法」的原理。

研究結果與討論：

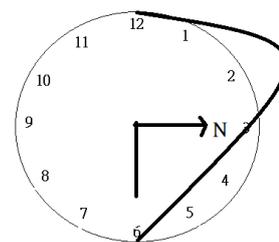
1. 中北法，則是將棍子放在手錶正中心，將太陽造成的影子與時針重疊，如此一來時針跟 12 點鐘方向的銳角角平分線就是北方。上午的時候在時鐘的左半邊（也就是在 6、7、8、9、10、11、12 之間的區域上），下午的時候在時鐘的右半邊（也就是在 12、1、2、3、4、5、6 之間的區域上）。簡單的說，先不管早上六點與晚上六點，中北法中所要平分的角，是夾角比較小的角。

2. 以 3 月 21 日春分當日來說，因為春分前後幾天太陽是從正東方升起，如右圖，春分當天早上 6：00 左右，太陽從正東方升起，此時時針與 12 之間的夾角是 180° ，依據中北法的方法，將這個 180° 的角平分， $180 \div 2 = 90$ ，所以平分後所得到的 90° 的角剛好指向 9 點鐘

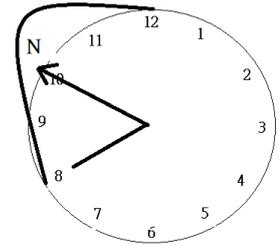


的方向，所以這時候「從手錶錶面中心指向 9 點鐘方向就是北方」，而相反的方向【從手錶錶面中心指向 3 點鐘方向】就是南方。

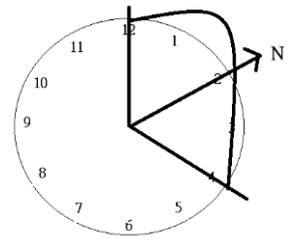
3. 以 3 月 21 日春分當日來說，因為春分前後幾天太陽是從正西方落下，如下圖，春分當天傍晚 6：00 左右，太陽從正西方落下，此時時針與 12 之間的夾角是 180° ，依據中北法的方法，將這個 180° 的角平分， $180 \div 2 = 90$ ，所以平分後所得到的 90° 的角剛好指向 3 點鐘的方向，所以這時候「從手錶錶面中心指向 3 點鐘方向就是北方」，而相反的方向【從手錶錶面中心指向 9 點鐘方向】就是南方。



4. 以 3 月 21 日春分當日來說，因為春分前後幾天太陽是從正東方升起，如下圖，依據中北法的方法，時針在 8 點時，此時 8 點至 12 點間的銳角角平分線在 10 點，所以這時候「從手錶錶面中心指向 10 點的方向就是北方」，而相反的方向【從手錶錶面中心指向 4 點的方向】就是南方。



5. 以 3 月 21 日春分當日來說，因為春分前後幾天太陽是從正西方落下，如下圖，依據中北法的方法，時針在 4 點時，此時 4 點至 12 點間的銳角角平分線在 2 點鐘的方向，所以這時候「從手錶錶面中心指向 2 點的方向就是北方」，而相反的方向【從手錶錶面中心指向 8 點鐘的方向】就是南方。



6. 以 3 月 21 日春分當日來說，依據中北法的方法，中午 12 點時時針在 12 點時指的方向正是北方。

7. 我們進一步發現到，以 3 月 21 日春分日來說，太陽早上 6 點升起到傍晚 6 點落下，剛好整個手錶錶面繞一圈，而依據中北法所畫出的北方從 9 點鐘方向一直到 3 點鐘方向剛好繞整個手錶錶面的半圈。

早上時間 (點鐘)	6	7	8	9	10	11	12
			△		△		
			時針		北		
早上時間 (點鐘)	6	7	8	9	10	11	12
			△		△		
			時針		北		
早上時間 (點鐘)	6	7	8	9	10	11	12
				△		△	
				時針		北	
早上時間 (點鐘)	6	7	8	9	10	11	12
						△	△
						時針	北

從上圖當時針從 6 點到 11 點，總共走了 5 大格，而依據中北法所畫出來的北方從 9 點鐘方向走到 11 點與 12 點之間共走 2.5 大格，走的格子數剛好是時針走的格子數的一半。



從上圖當時針從 2 點到 6 點，總共走了 4 大格，而依據中北法所畫出來的北方從 1 點之間走到 3 點鐘方向共走 2 大格，走的格子數剛好是時針走的格子數的一半。

從上面的討論，我們發現到「依據中北法所畫出來的北方一定是在時針與 12 點的正中間」，所以「中北法的北方必需將時針跟 12 點鐘方向的銳角取角平分線」。

問題三、能不能利用手錶錶面進一步找出更好記且更好操作的方法來找出北方？

研究方法：

1. 分析並比較中北法、外南法以及時錶定向法的原理。
2. 因手錶錶面太小，所以以有時針與分針的鬧鐘取代手錶，以便實驗操作與討論。
3. 討論。

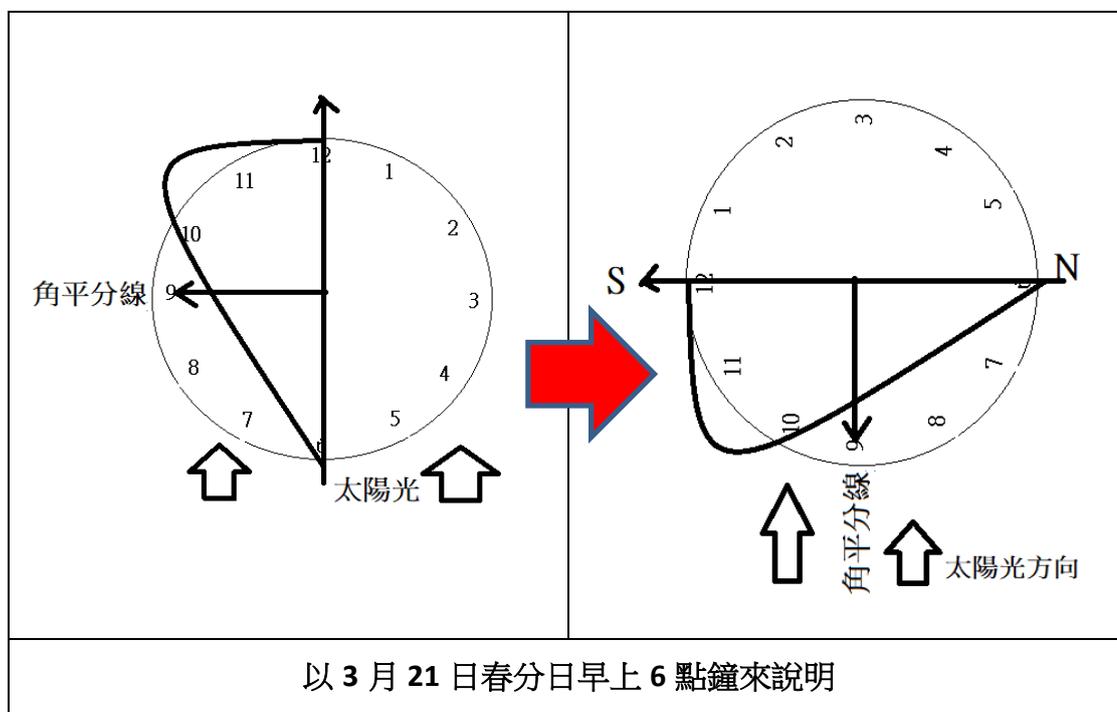
研究結果與討論：

1. 不論是中北法、外南法，還是時錶定向法，看似簡單好操作，但對初學者以及方位概念較差的人而言仍然容易弄錯方向，甚至死記方向還記錯，也不會實際運用。
2. 可否找出一個方法，就好像「指北針不管任何型式，都有共同明確的操作步驟」，方便好記好操作。
3. 經過討論，我們發現：不論是中北法、外南法，還是時錶定向法，這三種方法都有一個共同點，就是「時針與手錶錶面十二點之間的角平分線，就是南北方向」。因此，如果把「12 點鐘與手錶錶面中心的連線來取代角平分線，作為南北方向線」，或許是一個可行的方法。

4. 為了將「12 點鐘與手錶錶面中心的連線來取代角平分線，作為南北方向線」，我們作了以下的改變：

- (1) 將手錶平放在地板或平台上。
- (2) 將時針對準太陽。
- (3) 找出時針與 12 點較小角【銳角】的角平分線。
- (4) 旋轉手錶錶面，讓這條角平分線對準太陽。
- (5) 此時 12 點所指的方向就是南方，而 6 點指的方向就是北方。

雖然在步驟(4)就可以知道南北方向，但是角平分線是一條虛擬的線且沒有明確的點或目標，而步驟(4)「旋轉手錶錶面，讓這條虛擬的角平分線對準太陽」是類似指北針操作的步驟一樣簡單清楚，而且有明確的點或目標可以對準，步驟(5)「12 點和 6 點的連線所指的南北方向」則是一條相當明確清楚的線。



肆、結論

1. 我們以自製的小型太陽方位觀測器做方位的觀測，不管是 10 分鐘內以 5 分鐘記錄一次的方式做觀測，還是 20 分鐘內以 5 分鐘記錄一次的方式做觀測，我們發現吸管連線是東西方向，所以所畫出來的垂直線一定是南北方向。
2. 我們以長 1m 的樹枝做成的太陽方位觀測器做方位的觀測，樹枝頂端的三個投影點，這三個點的連線也是東西方向，所畫出來的垂直線就是南北方向，所以「竿子的長度不會影響方位的判斷」，因此，在野外我們可以用樹枝做成的太陽方位

觀測器做方位的觀測。

3. 我們將「長 1m 的樹枝斜斜插在泥土上」做成的太陽方位觀測器做方位的觀測，樹枝頂端的三個投影點，這三個點的連線也是東西方向，所畫出來的垂直線就是南北方向，所以「竿子與地面的夾角不會影響方位的判斷」，因此，在野外我們可以用歪斜甚至是歪七扭八的樹枝做成的太陽方位觀測器做方位的觀測。
4. 在一定的時間內做連續的竿影觀測方位，只要兩連續的竿影分離的清楚，也就是可以判斷是兩個不同竿影，則「三個不同時間竿影頂端連線是指向東西方位」，而「三個不同時間竿影頂端連線的垂直線就是指向南北方位」的；兩個不同竿影的間隔時間越長，所畫出來的「竿影頂端連線」越清楚，再進一步所畫出來的垂直線也會更準確。
5. 從「自製的吸管小型太陽方位觀測器」、「自製的樹枝小型太陽方位觀測器」這個實驗所得到的圖初步看起來都是只能知道東西方與南北方，光從圖是無法直接知道東西南北正確的方位；但如果搭配「早晨太陽在右手邊方向，下午太陽在左手邊方向」來輔助，就可以知道正確的東西南北等方位。
6. 在「同一天早晚的不同時間」做太陽的方位觀測，是不會影響方位的判斷；「在不同月份不同時間」做太陽的方位觀測，也是不會影響方位的判斷；「在不同地點」做太陽的方位觀測，也是不會影響方位的判斷。
7. 外南法是指將棍子放在時針外側，將太陽造成的影子與時針重疊，如此一來時針跟 12 點鐘方向的銳角角平分線就是南方。上午的時候在手錶錶面的左半邊（也就是在 6、7、8、9、10、11、12 之間的區域上），下午的時候在手錶錶面的右半邊（也就是在 12、1、2、3、4、5、6 之間的區域上）。簡單的說，先不管早上六點與晚上六點，外南法中所要平分的角，是夾角比較小的角。為什麼要取角平分線作為南北方向線？我們進一步分析發現到，以 3 月 21 日春分日來說，太陽早上 6 點升起到傍晚 6 點落下，剛好整個手錶錶面繞一圈，而依據外南法所畫出的南方從 9 點鐘方向一直到 3 點鐘方向剛好繞整個手錶錶面的半圈，走的格子數剛好是時針走的格子數的一半。所以「依據外南法所畫出來的南方一定是在時針與 12 點的正中間，走的格子數剛好是時針走的格子數的一半」，因此「外南法的南方必需將時針跟 12 點鐘方向的銳角取角平分線」。
8. 中北法則是將棍子放在手錶正中心，將太陽造成的影子與時針重疊，如此一來時針跟 12 點鐘方向的銳角角平分線就是北方。上午的時候在時鐘的左半邊（也就

是在 6、7、8、9、10、11、12 之間的區域上），下午的時候在時鐘的右半邊（也就是在 12、1、2、3、4、5、6 之間的區域上）。簡單的說，先不管早上六點與晚上六點，中北法中所要平分的角，是夾角比較小的角。我們進一步發現到，以 3 月 21 日春分日來說，太陽早上 6 點升起到傍晚 6 點落下，剛好整個手錶錶面繞一圈，而依據中北法所畫出的北方從 9 點鐘方向一直到 3 點鐘方向剛好繞整個手錶錶面的半圈，走的格子數剛好是時針走的格子數的一半。我們發現到「依據中北法所畫出來的北方一定是在時針與 12 點的正中間」，所以「中北法的北方必需將時針跟 12 點鐘方向的銳角取角平分線」。

9. 我們發現：不論是中北法、外南法，還是時錶定向法，這三種方法都有一個共同點，就是「時針與手錶錶面十二點之間的角平分線，就是南北方向」。因此，如果把「12 點鐘與手錶錶面中心的連線來取代角平分線，作為南北方向線」，或許是一個可行的方法。為了將「12 點鐘與手錶錶面中心的連線來取代角平分線，作為南北方向線」，我們作了以下的改變：

- (1)將手錶平放在地板或平台上。
- (2)將時針對準太陽。
- (3)找出時針與 12 點較小角【銳角】的角平分線。
- (4)旋轉手錶錶面，讓這條角平分線對準太陽。
- (5)此時 12 點所指的方向就是南方，而 6 點指的方向就是北方。

雖然在步驟(4)就可以知道南北方向，但是角平分線是一條虛擬的線，而步驟(4)

「旋轉手錶錶面，讓這條角平分線對準太陽」是類似指北針操作的步驟一樣簡單清楚而明確，步驟(5)「12 點和 6 點的連線所指的南北方向」則是一條相當明確清楚的線。

伍、參考資料及其他

一、研究心得

在整個研究過程中，我們遇到了很多的困難，現在回想起來，從前年開始至今，真的經歷了許多次的打擊，甚至整個觀測重做，老師一直提醒我們要畫圖，但我們卻一直常常不當一回事，只記錄觀測數據而沒有畫圖，最後老師要我們重做，整個過程雖然做了好久好久，但還是要硬著頭皮把實驗重做，經過努力，我們還是度過重重難關，做出一個完美的結果，這都是因為我們大家團結合作的結果。

二、參考資料

1. 野外求生 (2010 年 7 月 04 日) · 取自
https://vincent0522.blogspot.com/2010/07/blog-post_04.html
2. 阿雜 · 手錶也能當「指南針」用！兩種方法 3 秒在野外定位…抱歉台灣不適用 · ETtoday 新聞雲 · 取自 <https://www.ettoday.net/dalemon/post/47002>
3. 臺灣四季太陽仰角與方位角 · 四季太陽 (cwa.gov.tw) · 中央氣象署 · 取自
<https://www.cwa.gov.tw/Data/astrometry/season.pdf>