

中華民國第 63 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(二)

(鄉土)教材獎

032915

最硬？最 IN！北竿硬地馬拉松地圖全攻略

學校名稱：連江縣立中山國民中學

作者： 國二 柯佩辰 國二 陳琳嬪 國二 陳昱翔	指導老師： 王惠萍 林亞聲
---	-----------------------------

關鍵詞：北竿硬地馬拉松、地圖、賽道測量

作品名稱 最硬？最 IN！北竿硬地馬拉松地圖全攻略

摘要

利用手機 app、三角函數及 Google map 做「北竿硬地馬拉松」賽道長度與坡度的測量，並利用 Excel 將高度與坡度數據做成折線圖，串接成影片讓跑者可以在遠距離就做到北竿硬地馬拉松的賽前準備。透過 Google 表單統計跑者對於「事先預知賽道高度與坡度」等訊息對比賽是否有幫助，以及跑者對北竿硬地馬拉松「最硬(最難)賽道」、「最 IN(最喜歡)賽道」、「最有印象啦啦隊」前三名的排序。



壹、 研究動機

馬拉松已成為最近幾年熱門的全民運動之一。馬祖自2015年舉辦第一屆「馬祖國際馬拉松」起，也掀起了一股馬拉松旋風，其中「北竿硬地馬拉松」更是跑者覺得難度與特色皆屬一屬二的最硬挑戰。許多人因為馬拉松而認識馬祖，到了北竿才知道原來北竿的賽道「硬」到不要不要的。眼看著2023年3月的「北竿硬地馬拉松」又即將到

來，我們問自己：「若自己身為跑者，我能夠為競賽提早做哪些準備與訓練呢？如果可以事先知道北竿賽道的地形、坡度、樣貌，那該有多好？」「Google map 只能看見由上空往下俯瞰的地形圖，無法呈現賽道高低起伏的樣貌，該如何預先知道賽道的起伏呢？」於是便產生了製作「北竿硬地馬拉松地圖」的想法。

再者，北竿硬地馬拉松辦理多年，一直為人所稱道的一個亮點就是啦啦隊！各個駐點的啦啦隊都有其特色，包含社區媽媽、學校特色鼓陣或是獨木舟、芹壁播音站的懷舊播音員...等等，在跑者的回憶裡都佔有一席之地。本研究也想透過問卷找出「印象最深刻啦啦隊」的前三名。

最後，國中數學領域九年級上學期「相似三角形」單元中也新增「直角三角形的邊長比值」內容，此單元有講授簡易三角函數概念，恰可應用在賽道坡度測量，若能將課本中的知識落實在生活應用上，才是真正素養能力的展現。輔以一些簡單 app 的使用，能將數據轉成圖片甚至影片，更是資訊能力的展現，是現今不可或缺的重要能力之一。

貳、 研究目的

本研究目的共五項，條列如下：

一、利用簡單可得的測量工具及方法完成**12.5K** 賽道高度及坡度的測量，並製作成圖表，讓跑者能夠在賽前(抵達北竿前)就能透過網路取得賽道概況，甚至能夠提早做訓練的參考。

二、了解本研究所提供之賽道高度與坡度資料，對馬拉松跑者賽前準備是否真能提供幫助，且這樣的模式是否能夠複製到馬祖其它島嶼的類似賽事。

三、了解跑者心目中對「北竿硬地馬拉松最硬(最難)賽道」的前三名路段。

四、了解跑者心目中對「北竿硬地馬拉松最 **IN**(最喜歡)賽道」的前三名路段。

五、了解跑者心目中對「北竿硬地馬拉松最有印象啦啦隊」前三名。

參、 研究設備及器材

電腦、手機 app(Protractor)、Excel、三角函數對照表、Canva。

肆、 研究過程或方法

首先，先取得2023年北竿硬地馬拉松路線圖，從起點到終點依照地形起伏用手機 app(Protractor)做坡度(傾斜角度 θ)的測量，詳加紀錄後，將坡道長度及測量角度等數據對照三角函數值表($\sin\theta$)轉成坡道高度後，再累加成累積高度，並以 Excel 轉成累積爬升高度與坡度(傾斜角度 θ)的折線圖。為使測量更貼近事實，再輔以 Google map 做每一路段間的距離定位，以減少誤差。最後產生三組圖：累積高度(M)折線圖、坡度(傾斜角度 θ)折線圖與分路段的 Google map 地形圖，再串接成易於閱讀的數十秒短影片在網路上做分享，同時透過馬拉松承辦廠商將製作的三支影片以電子郵件方式在賽前一週內發送給跑者參考。

完賽後，再透過 Google 問卷，了解跑者對北竿硬地馬拉松「高度與坡度資料對準備比賽是否有幫助」、「最硬(最難跑)賽道」、「最 IN(最喜歡)賽道」、「印象最深刻的啦啦隊」的前三名...等，做為將來辦理相關活動的參考。

馬拉松賽後問卷共19題，題目如下：

- 1.您對2023年北竿硬地馬拉松的賽道環境是否熟悉？
- 2.您在「賽前」是否看過今年賽道的「側面高度」影片？(範例如圖)
- 3.(承2)請問您覺得這段「側面高度」影片對您準備馬拉松是否有幫助？
- 4.您在「賽前」是否看過今年賽道的「坡度」影片？(範例如圖)
- 5.(承2)請問您覺得這段「坡度」影片對您準備馬拉松是否有幫助？
- 6.對您來說，「最硬(最難跑)」的賽道第1名為下列哪個路段？
- 7.對您來說，「最硬(最難跑)」的賽道第2名為下列哪個路段？
- 8.對您來說，「最硬(最難跑)」的賽道第3名為下列哪個路段？

- 9.對您來說,「最 IN(最喜歡)」的賽道第1名為下列哪個路段?
- 10.對您來說,「最 IN(最喜歡)」的賽道第2名為下列哪個路段?
- 11.對您來說,「最 IN(最喜歡)」的賽道第3名為下列哪個路段?
- 12.對您來說,印象最深刻的「啦啦隊」第1名為何?
- 13.對您來說,印象最深刻的「啦啦隊」第2名為何?
- 14.對您來說,印象最深刻的「啦啦隊」第3名為何?
- 15.未來您還願意再來北竿參加馬拉松嗎?
- 16.若您未來有機會再到馬祖參加其它島的馬拉松(南竿、東引、莒光),您希望能夠取得各島的「高度」或「坡度」相關資訊嗎?(可複選)
- 17.(承上題)若需要取得資訊,您覺得多久前取得對您備賽較有幫助?
- 18.若以後還有機會參加北竿硬地馬拉松,您會使用本次提供的「高度資料」(如圖)做為平常賽前準備的資料之一嗎?
- 19.若以後還有機會參加北竿硬地馬拉松,您會使用本次提供的「坡度資料」(如圖)做為平常賽前準備的資料之一嗎?

伍、 研究結果

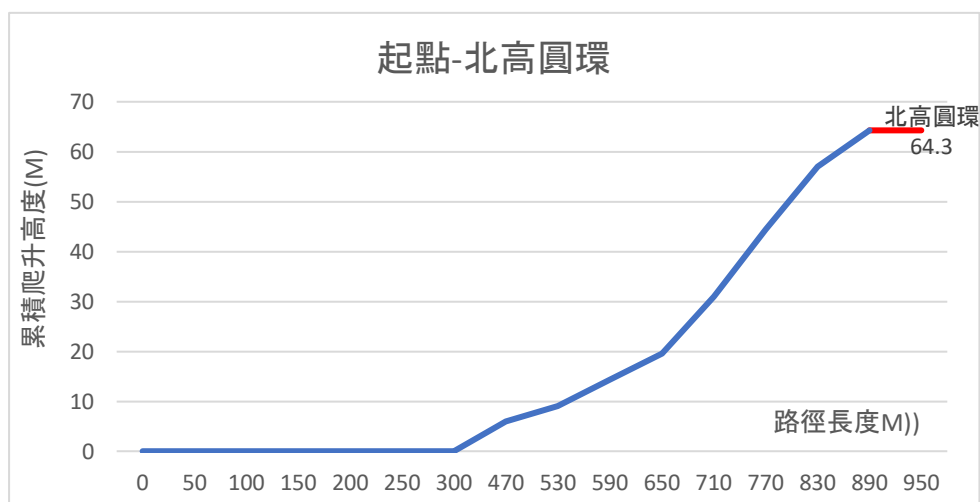
本研究前半部分為賽道角度及長度測量,依測量結果做出「累積爬升高度(M)折線圖」、「坡度(角度)折線圖」、及每小段路段的「Google map 地形圖」。後半部分則是在賽後透過 Google 問卷收集與本研究測量資料相關之跑者意見,再加以分析。

因北竿賽道的坡度起伏非常大,為方便讀者擷取資訊,本研究在測量時依照不同路段地形,將賽道切割為8段,依序為: 1起點-北高圓環; 2北高圓環-上村圓環; 3上村圓環-海大休息站; 4海大休息站-尼姑山折返點-海大休息站; 5海大休息站-芹壁休息站; 6芹壁休息站-開心農場候車亭; 7開心農場候車亭-莒光堡; 8莒光堡-終點。茲將「累積高度」、「坡度」及8段切割賽道之各別地圖呈現如下。

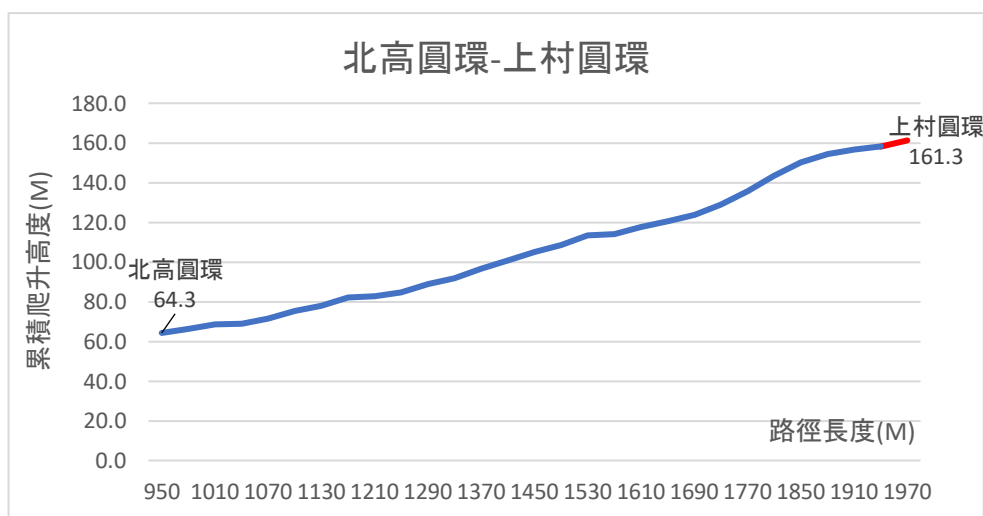
- 一、 **累積爬升高度(M)測量結果**：先將測量結果(度數及距離)透過三角函數值對照表($\sin\theta$)計算出垂直高度後，再以 Excel 累加轉成折線圖。經調查發現北竿賽道高低起伏頗大，最大高低差達到**167.2M**。各路段累積垂直高度情形如下。為方便分析，以下分為**8**個路段分別說明。



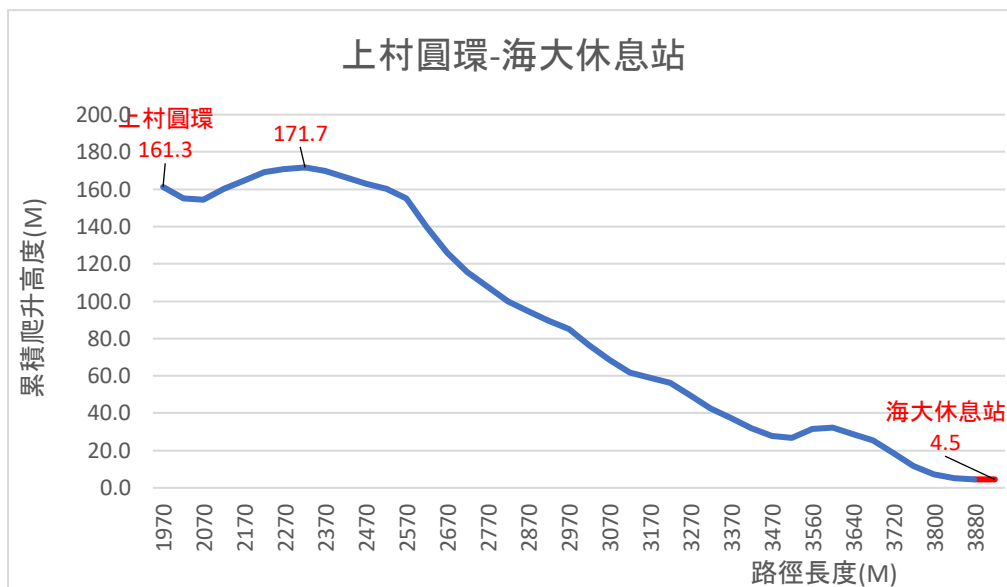
(一) **起點-北高圓環**：本路段總長度約950M，前面1/3皆為平坦道路，中後段開始為賽道第一段陡坡，最高點高度約為64.3M。



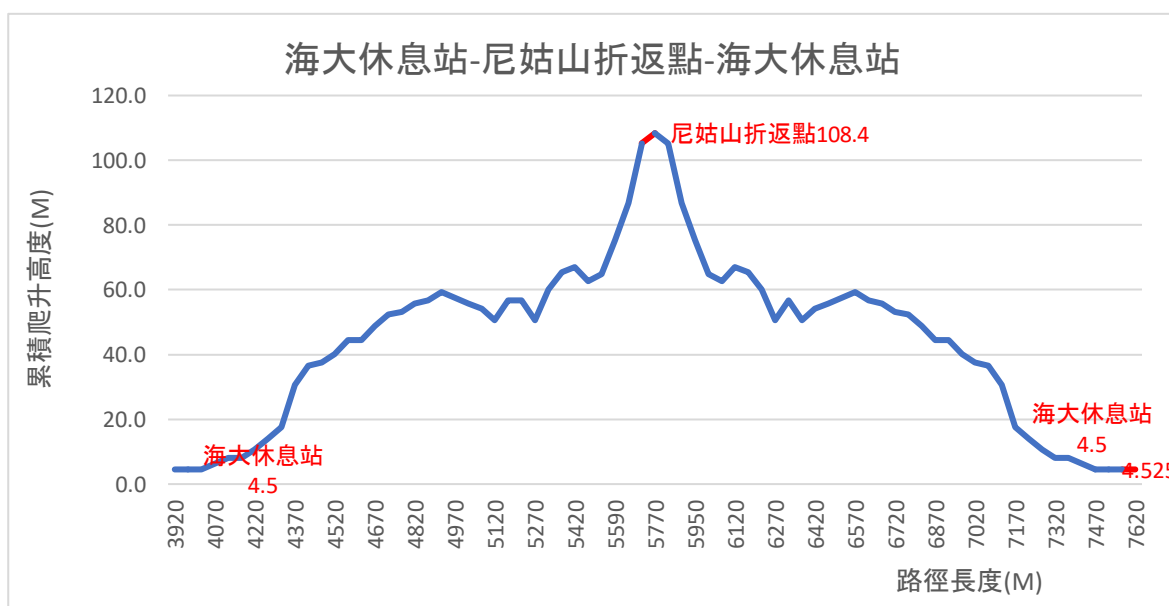
(二) **北高圓環-上村圓環**：本路段總長度約1020M，雖高低差達到97M，但較少險升坡，屬於相對較輕鬆的路段。最高點高度約161.3M。



(三) **上村圓環-海大休息站**：本路段總長度約1910M。通過上村圓環後會先遇到一段上坡，隨後就一路都是坡度頗大的下坡，需特別注意安全。高低差達到167.2M，最高點高度約171.7M，最低點為海大休息站，高度約4.5M。



(四) **海大休息站-尼姑山折返點-海大休息站**：本路段總長度約3700M (1850*來回2趟)。離開海大休息站約100M 後便開始不規則的上坡，最高點為尼姑山折返點(尼姑山教練場)，高度約108.4M。從折返點回頭往下跑可欣賞沿途海岸線風景，但仍需注意安全。



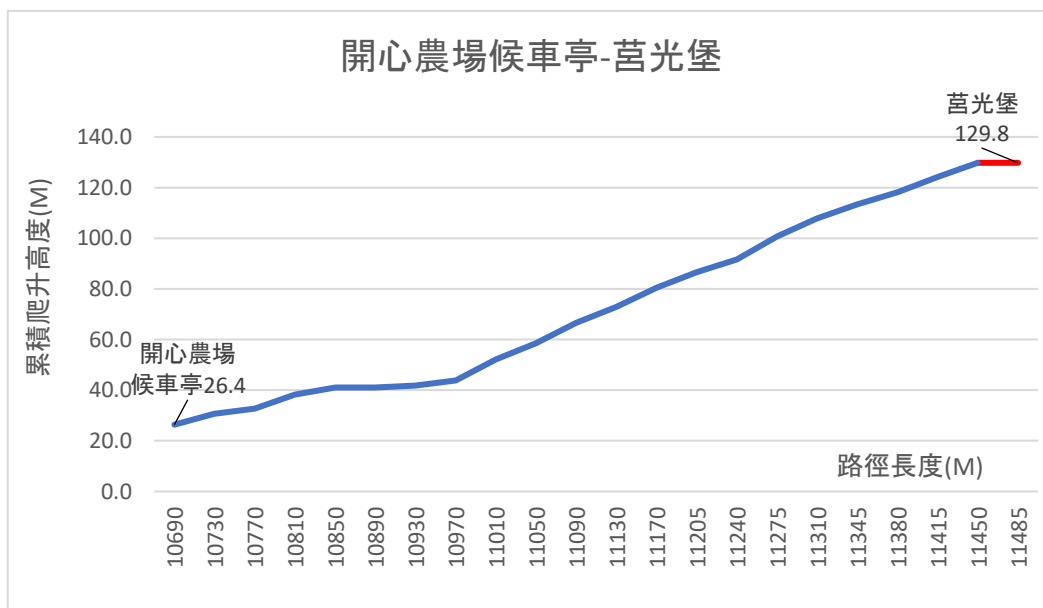
(五) 海大休息站-芹壁休息站：本路段總長度約1770M。通過坂里水庫後即進入芹壁村，該路段最高點位於芹壁播音站，高度約46M，是遊客最喜歡的打卡點之一。穿過播音站就是一片極陡的下坡，經過中山國中後進入北竿最富盛名的芹壁聚落，最低點即位於芹壁村廣場休息站，高度約-8.8M。



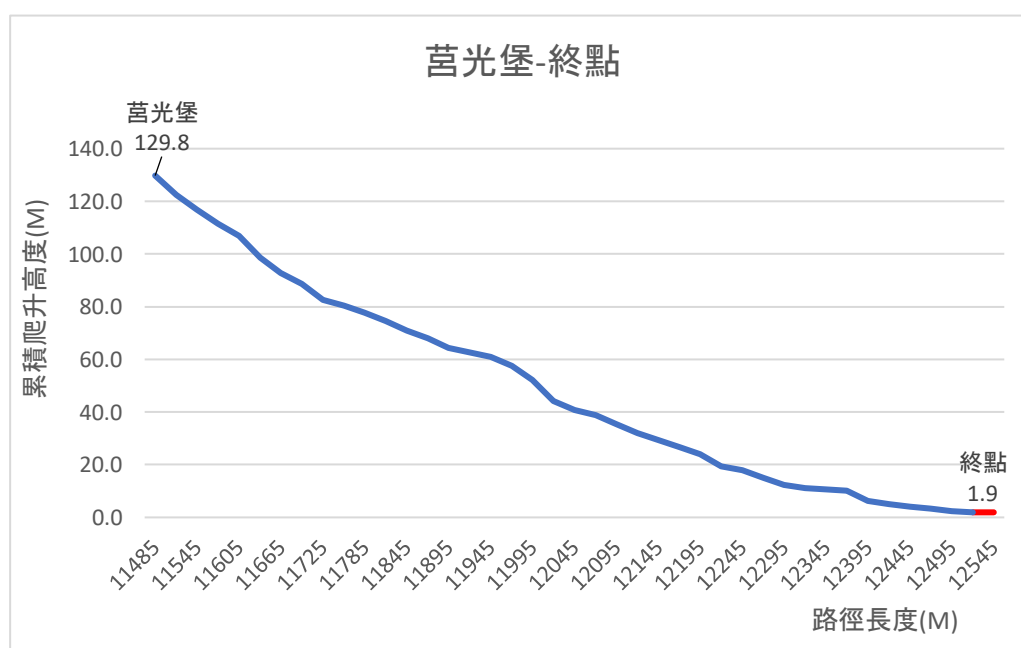
(六) 芹壁休息站-開心農場候車亭：本路段總長度約1300M，算是整個賽道中最平坦、最輕鬆的路段，最高點高度只有約32.7M，最低點高度約-8.8M。沿途可吹拂海風、欣賞廣闊海景。



(七) 開心農場候車亭-莒光堡：本路段總長度雖只有795M，但全程皆為非常傾斜的陡坡，高度差達到103.4M，最高點位於莒光堡，高度約129.8M。



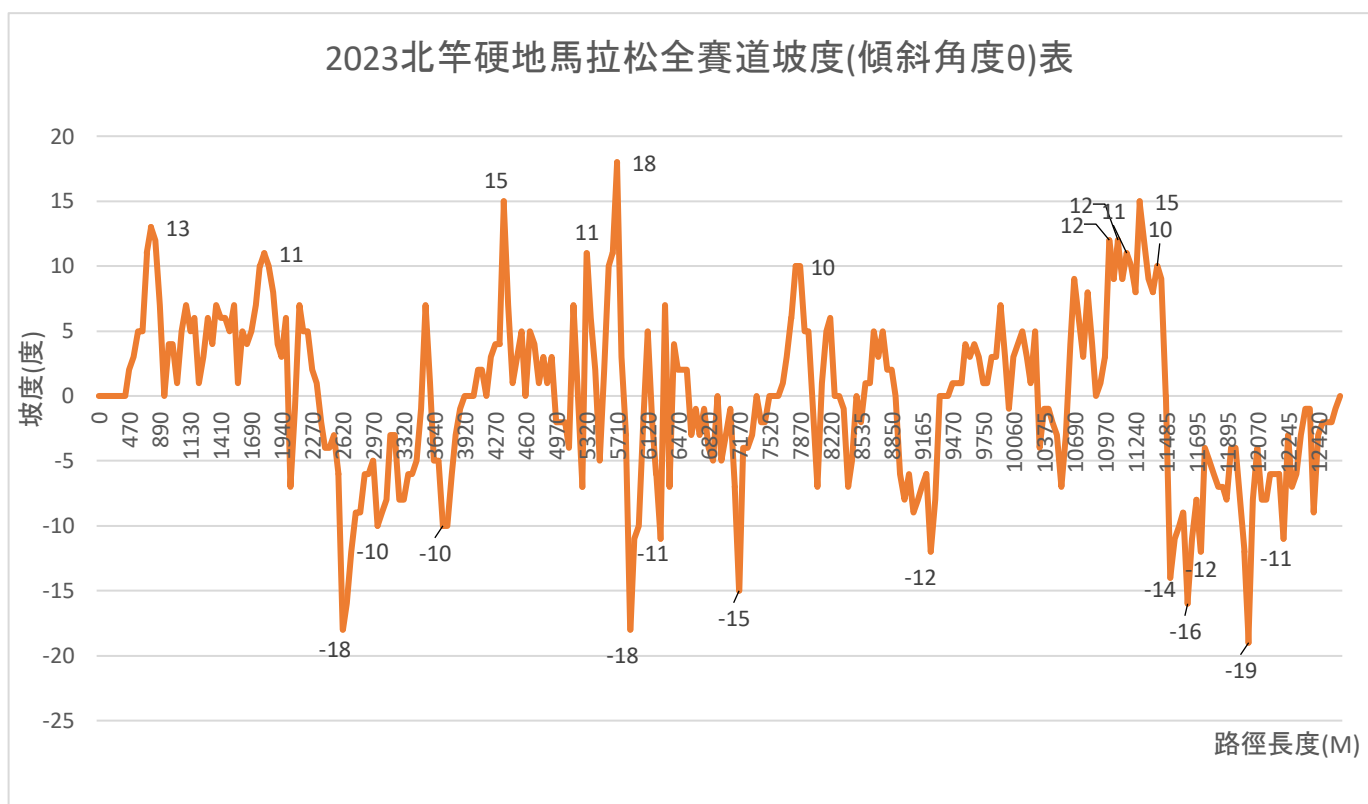
(八) 莒光堡-終點：本路段總長度約1060M，從莒光堡以下全程皆為下坡，高度差約127.9M。路段中間會遇到一段很彎曲的髮夾彎，需特別注意安全。此段即為12.5K的終點。



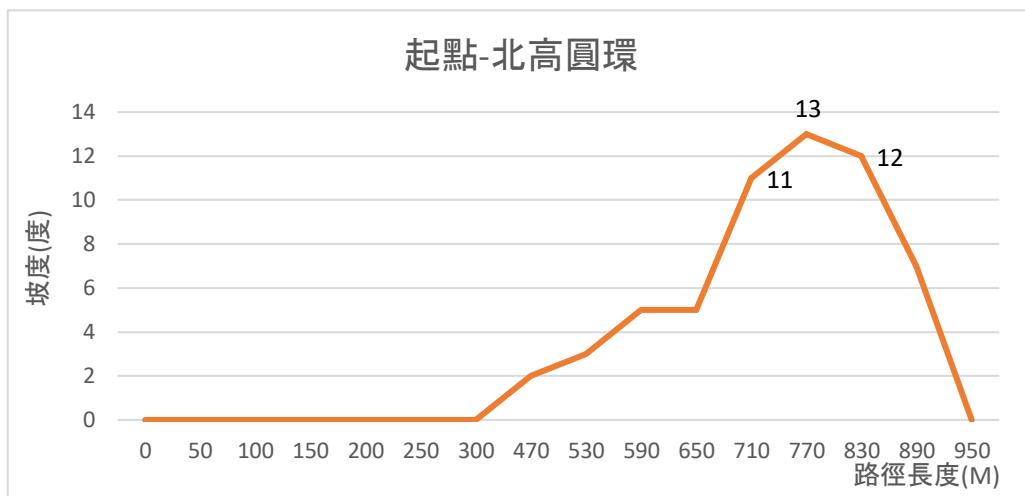
二、坡度(傾斜角度 θ)測量結果：本測量數據(度數)係使用手機 app

(ProtraCtor)平放在賽道上讀取傾斜程度之度數加以紀錄而成。平地的度數為零度，上坡呈現正值度數，下坡呈現負值度數，數值的絕對值愈大代表坡度傾斜程度愈高。經調查發現北竿賽道坡度變化很大，常出現超過10度的險升險降坡，極少平坦路段，最陡的上坡角度為18度，最陡的下坡則為-19度。

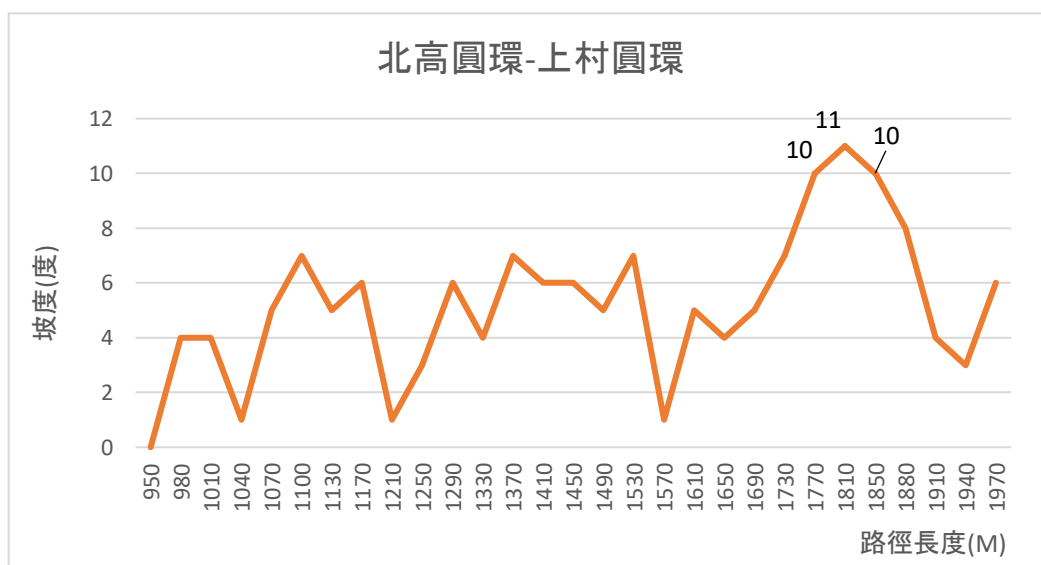
下圖為全賽道坡度(傾斜角度 θ)示意圖。為方便分析，亦分為8個路段分別說明。



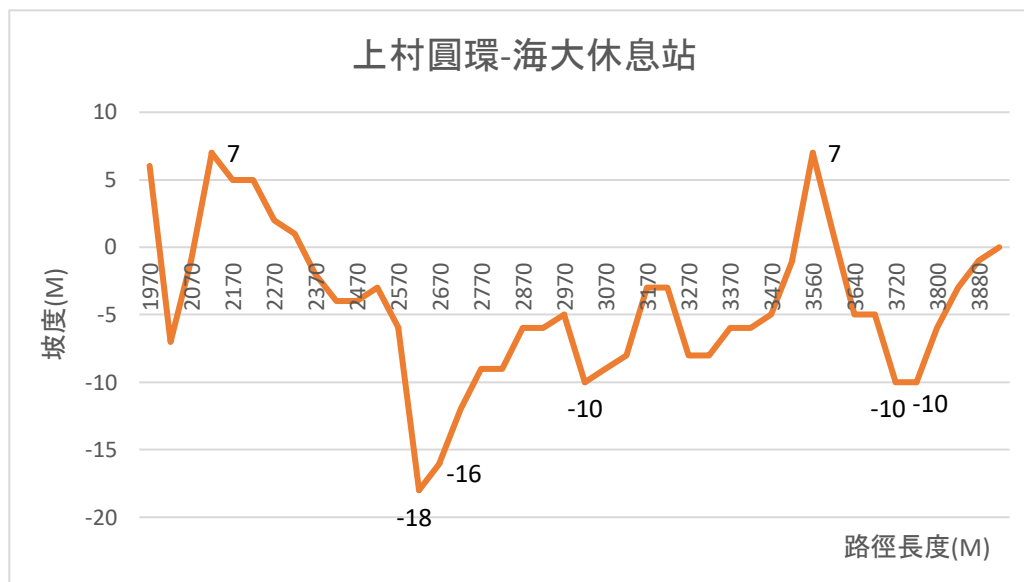
(一)起點-北高圓環：本路段前面1/3較平坦，最斜角度為13度，出現在北高圓環前方，但基本上全為上坡或平坦路段。



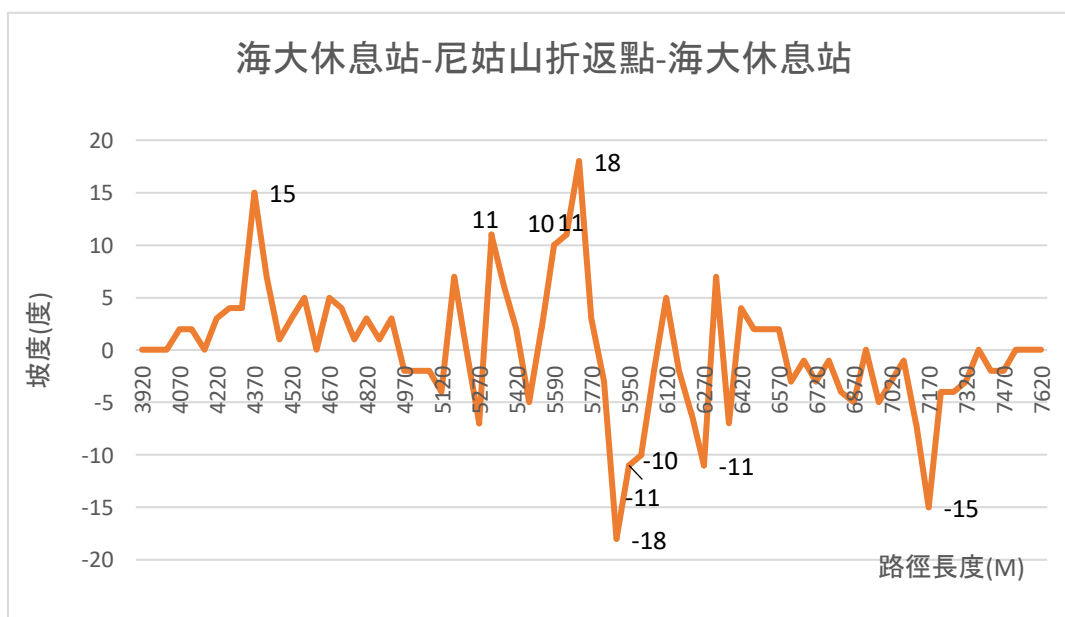
(二)北高圓環-上村圓環：本路段亦全程為角度不一的上坡路段，最斜的角度為11度。



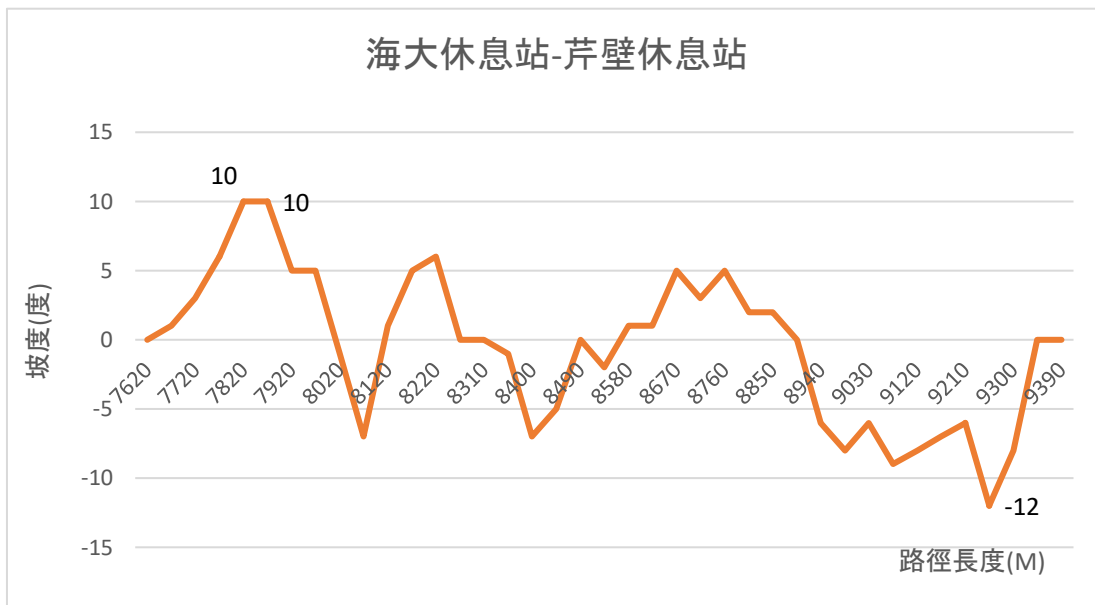
(三)上村圓環-海大休息站：通過上村圓環後先遇到一段上坡，之後開始出現下坡路段，最險的下坡出現在成功坡路段，角度高達**-18度**，路面也較彎曲，需要特別注意安全。



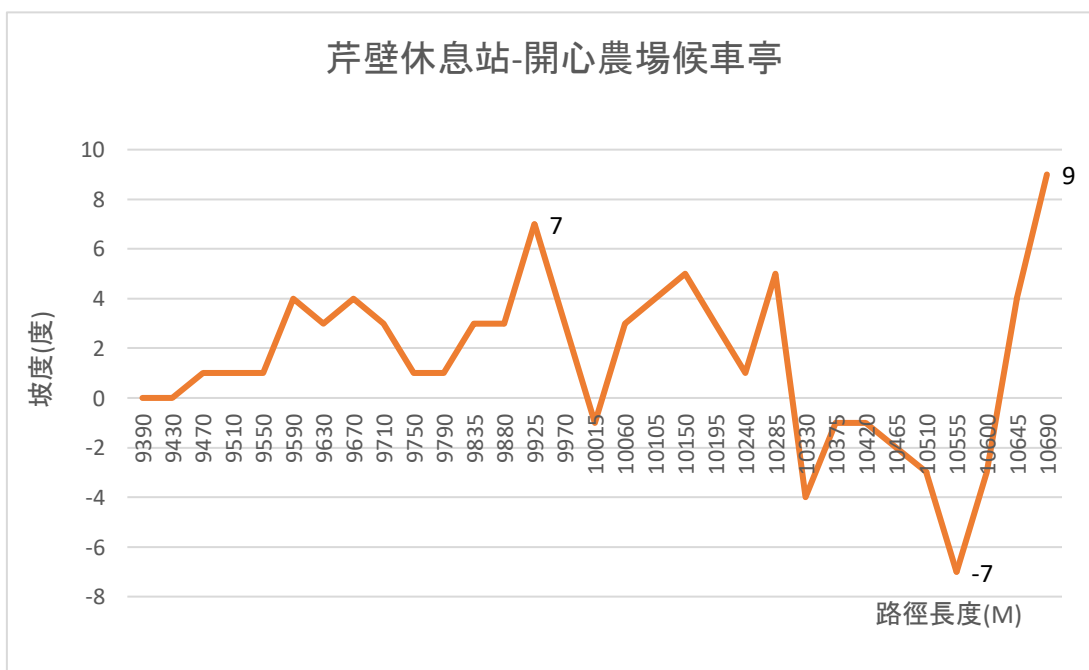
(四) 海大休息站-尼姑山折返點-海大休息站：本路段自離開坂里村莊後，隨即進入尼姑山。路面較不規則且坡度起伏大，最陡的上坡角度高達**18度**，但沿途海岸線景色一絕，值得仔細欣賞。



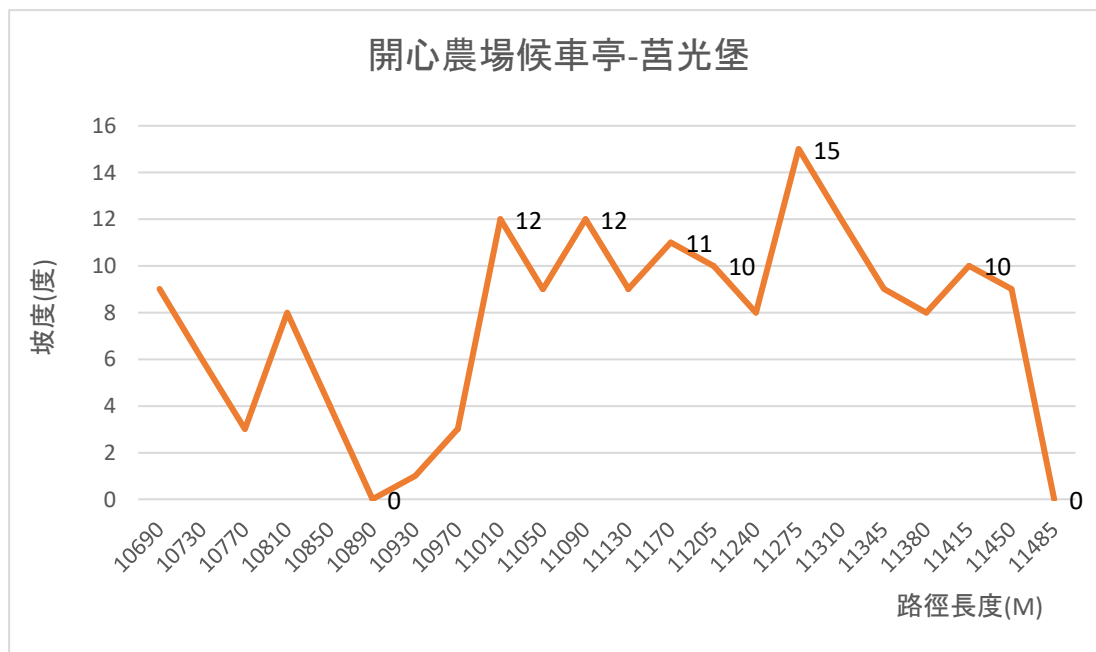
(五) 海大休息站-芹壁休息站：從坂里往芹壁村方向的坡度亦起起伏伏，上坡最高達到10度，最陡下坡則出現在進入芹壁村的中山國中校門口路段，下坡角度達-12度。



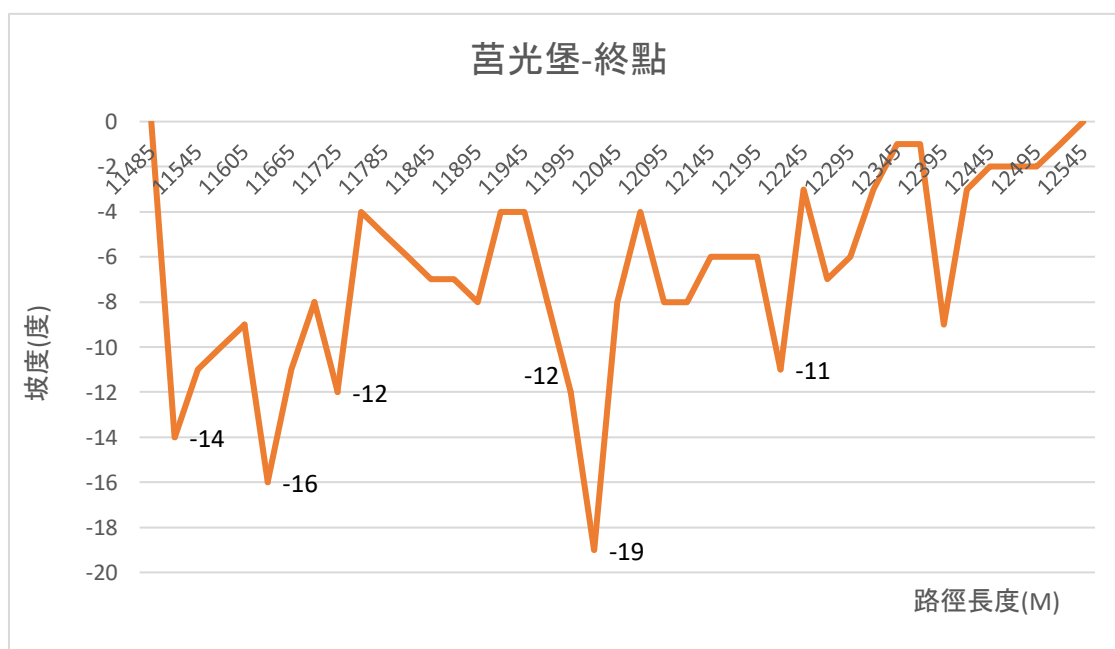
(六) 芹壁休息站-開心農場候車亭：本路段的坡度算較為平緩，最大上坡僅9度，最大下坡僅-7度，沿途可欣賞芹壁村美景與對岸的海景。



(七) 開心農場候車亭-莒光堡：本路段雖只有795M長，但全為上坡，且坡度常超過10度以下，最高有15度的傾斜角度，值得挑戰。



(八) 莒光堡-終點：爬上莒光堡後面臨的就是一連串的下坡直到終點，且角度常超過-10度，最斜為-19度，伴隨髮夾彎路段，為最常出現交通事故的路段之一，需要特別小心。



三、分路段的 Google map 地形圖：本地形圖為各路段細部空拍圖，僅在每路段的起點和終點以紅色箭頭做標記。

(一)起點-北高圓環：



(二)北高圓環-上村圓環：



(三)上村圓環-海大休息站：



(四) 海大休息站-尼姑山折返點-海大休息站：



(五) 海大休息站-芹壁休息站：



(六) 芹壁休息站-開心農場候車亭：



(七) 開心農場候車亭-莒光堡：



(八) 莒光堡-終點：

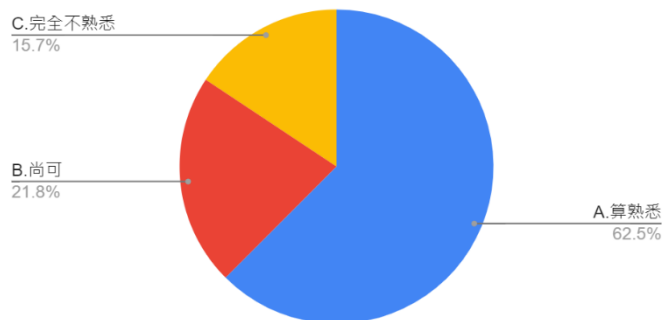


四、賽後問卷分析：本問卷共計19題，係透過 Google 表單收集跑者對本研究資料實用性之意見，共取得165筆有效資料，依不同題目統整分析如下：

1. 您對2023年北竿硬地馬拉松的賽道環境是否熟悉？

A.「算熟悉」有103人；B.「尚可」有36人；C.「完全不熟悉」有26人，換算成百分比圖示如右，對賽道「算熟悉」的跑者比例最高，佔62.5%。

您對2023年北竿硬地馬拉松的賽道環境是否熟悉？



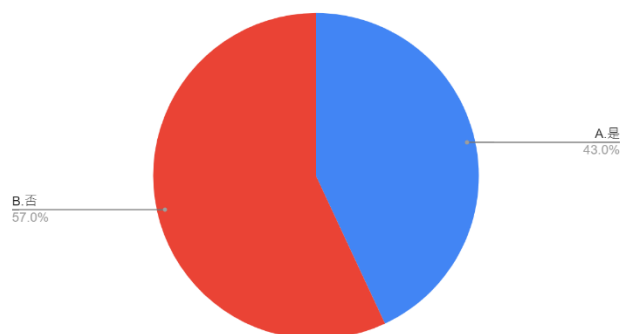
2. 您在「賽前」是否看過今年賽道的「高度」資料？

A. 有看過為71人；

B. 沒看過為94人；

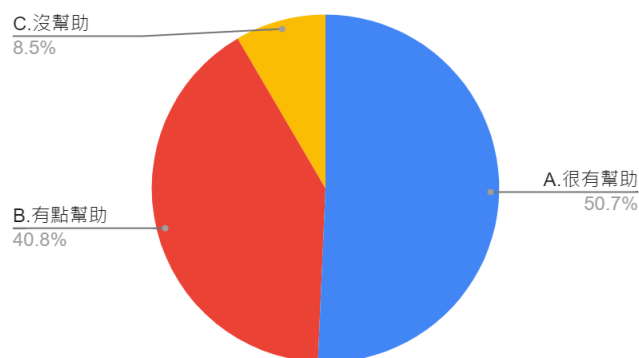
換算成百分比圖示如右，**僅有43%**的跑者在賽前看過，觸及率不高。

您在「賽前」是否看過今年賽道的「高度」資料？



3. 承2，在賽前看過高度資料的71位跑者中，有50.7%的人覺得資料對準備馬拉松「很有幫助」；40.8%的人覺得「有點幫助」；僅有8.5%的人覺得「沒幫助」；且另有10位在賽前「沒有看過高度資料」的跑者中，7位覺得「很有幫助」；2位覺得「有點幫助」；僅1位覺得「沒幫助」。故整體來說，**有超過9成的跑者覺得事先看過本研究的「高度資料」對於準備馬拉松很有幫助。**

您覺得這些「高度」資料對您準備馬拉松是否有幫助？



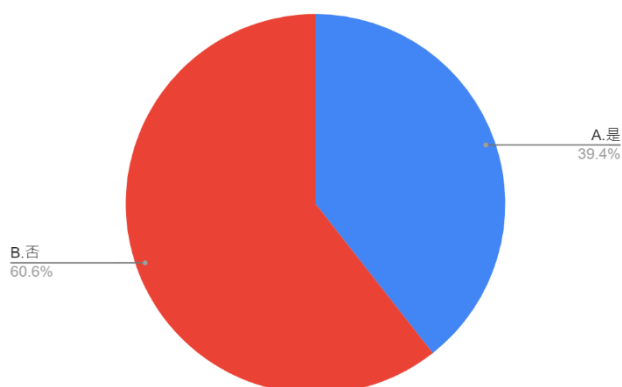
4. 您在「賽前」是否看過今年賽道的「坡度」資料？

A. 有看過為65人；

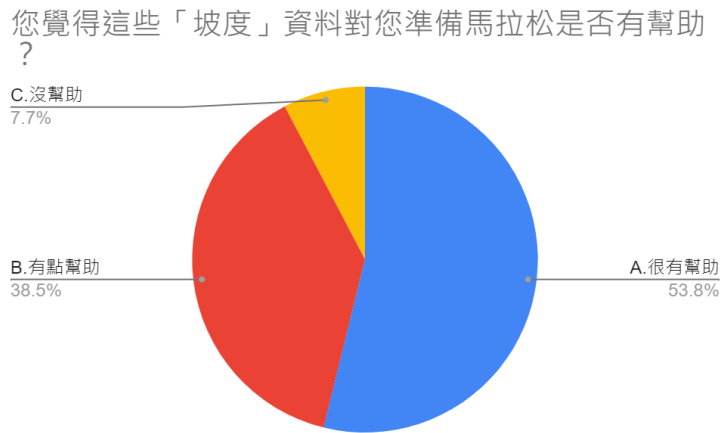
B. 沒看過為100人；

換算成百分比圖示如右，**僅有39.4%**的跑者在賽前看過，觸及率不高。

您在「賽前」是否看過今年賽道的「坡度」資料？



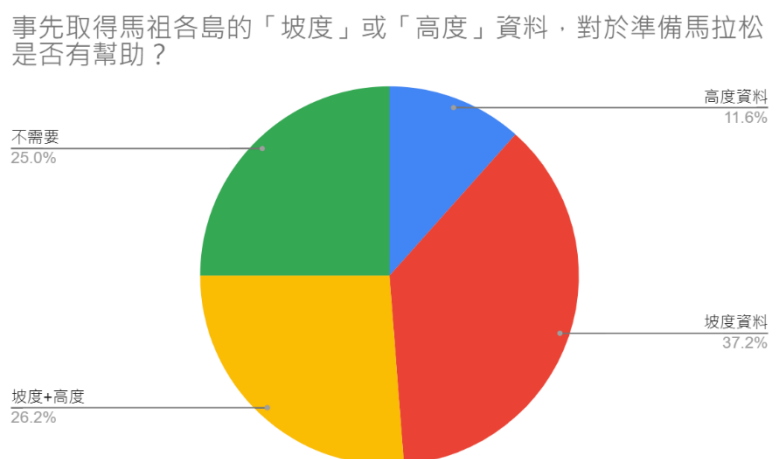
5. 承4，在賽前看過坡度資料的65位跑者中，有**53.8%**的人覺得資料對準備馬拉松「很有幫助」；**38.5%**的人覺得「有點幫助」；僅有**7.7%**的人覺得「沒幫助」；且另有**14**位在賽前「沒有看過高度資料」的跑者中，**4**位覺得「很有幫助」；**5**位覺得「有點幫助」；**5**位覺得「沒幫助」。故整體來說，也有**超過9成**的跑者覺得事先看過本研究的「坡度資料」對於準備馬拉松很有幫助。



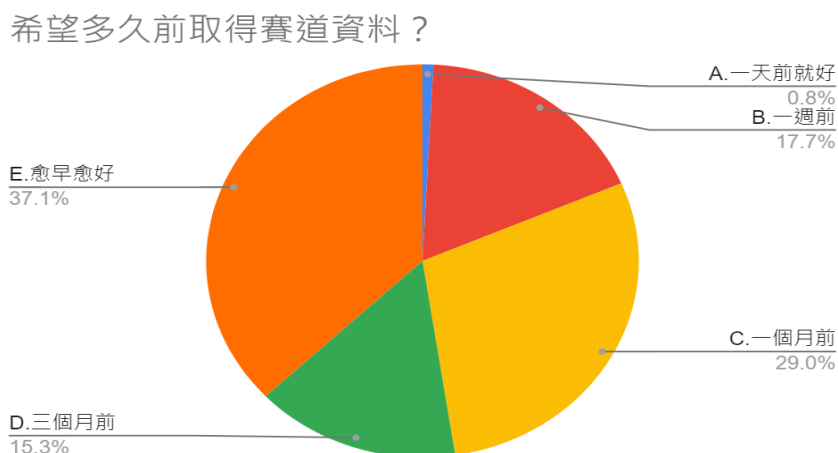
6. 事先取得馬祖各島的「坡度」或「高度」資料，對於準備馬祖各島的馬拉松是否有幫助？

有**37.2%**的人認為取得「坡度資料」對準備馬祖各島的馬拉松有幫助；**26.2%**的人認為取得「坡度與高度資料」兩項資料對準備馬祖各島的馬拉松有幫助；有**11.6%**的人則認為取得「高度資料」就足夠；也有**25.0%**的人認為「不需要取得坡度與高度資料」。總結來說，

有**高達75%**的跑者認為在賽前取得賽道的高度或坡度資料，對準備馬拉松比賽有幫助。



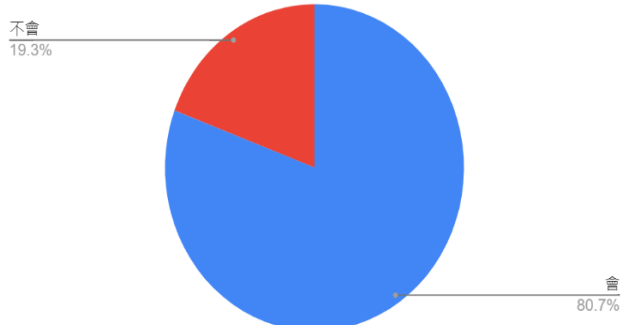
7.承6.在「希望在賽前取得賽道高度或坡度資料」的124筆回覆中，37.1%的人希望愈早拿到資料愈好；29.0%的人覺得一個月前取得資料就好；17.7%的人覺得希望於一週前取得；15.3%的人希望三個月前取得，僅0.8%的人覺得前一天取得就好。



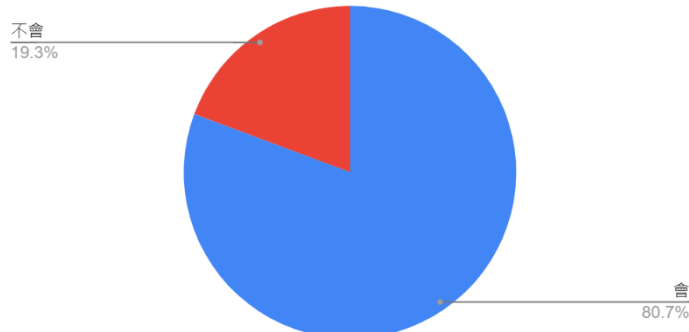
8. 若以後還有機會參加北竿硬地馬拉松，是否會使用本次提供的「高度或坡度資料」做為平常賽前準備的資料之一？

在取得的145筆資料中，有80.7%的跑者會使用高度與坡度資料做賽前準備，可見本組資料對於馬拉松備賽是具有參考價值的。

若以後還有機會參加北竿硬地馬拉松，您會使用本次提供的「高度資料」做為平常賽前準備的資料之一嗎？



若以後還有機會參加北竿硬地馬拉松，您會使用本次提供的「坡度資料」做為平常賽前準備的資料之一嗎？



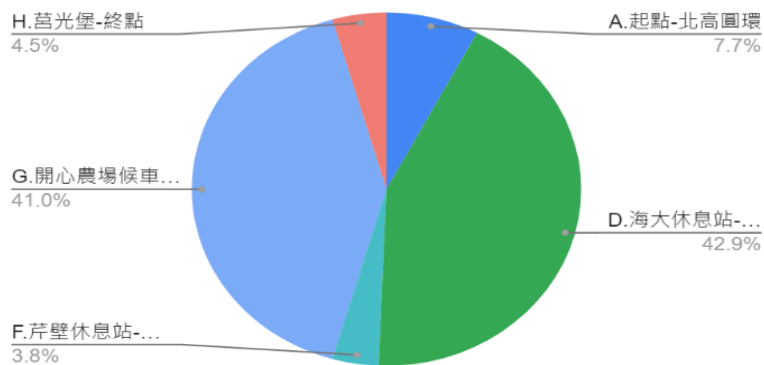
9. 最硬(最難跑)賽道前三名依序為：

第一名(42.9%)：海大休息站-尼姑山折返點-海大休息站

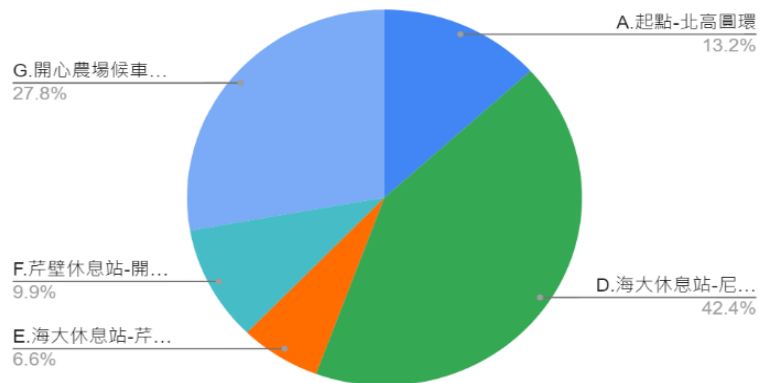
第二名(41.0%)：開心農場候車亭-莒光堡

第三名(40.7%)：起點-北高圓環

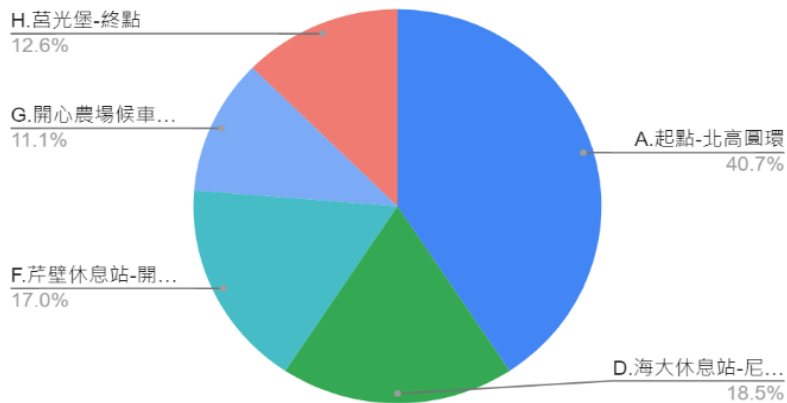
最硬賽道第1名：
海大休息站-尼姑山折返點-海大休息站



最硬賽道第2名：開心農場候車亭-莒光堡



最硬賽道第3名：起點-北高圓環



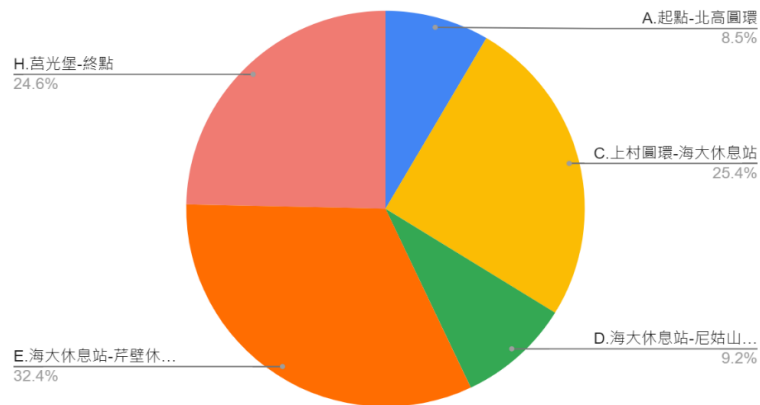
10. 最IN(最喜歡)賽道前三名依序為：

第一名(32.4%)：海大休息站-芹壁休息站

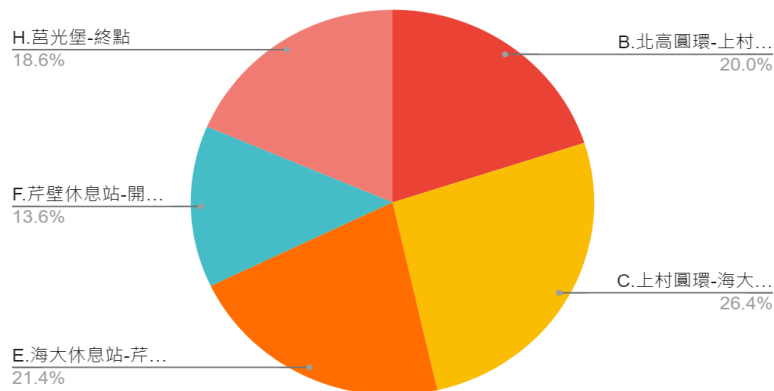
第二名(26.4%)：上村圓環-海大休息站

第三名(25.6)：莒光堡-終點

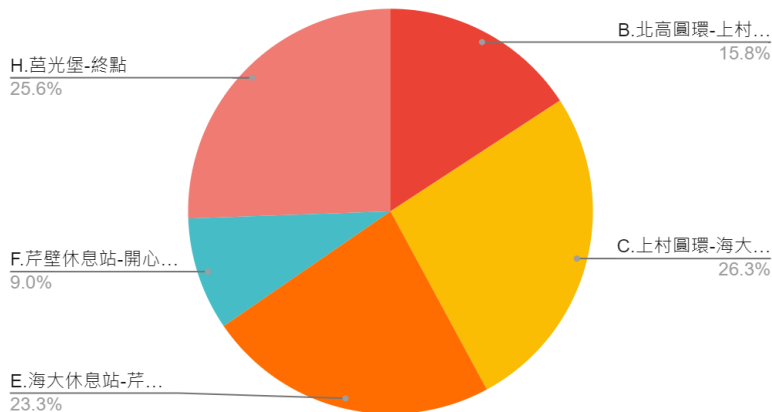
最IN(最喜歡)賽道第1名：海大休息站-芹壁休息站



最IN(最喜歡)賽道第2名：上村圓環-海大休息站



最IN(最喜歡)賽道第3名：莒光堡-終點



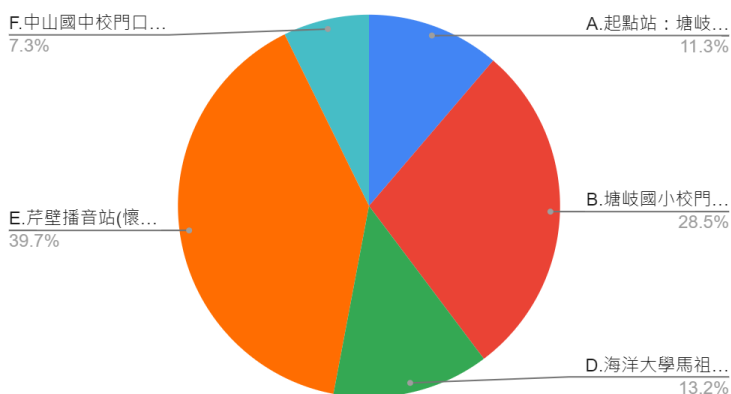
11.「印象深刻啦啦隊」前三名依序為：

第一名(39.7%)：芹壁播音站(懷舊播音員)

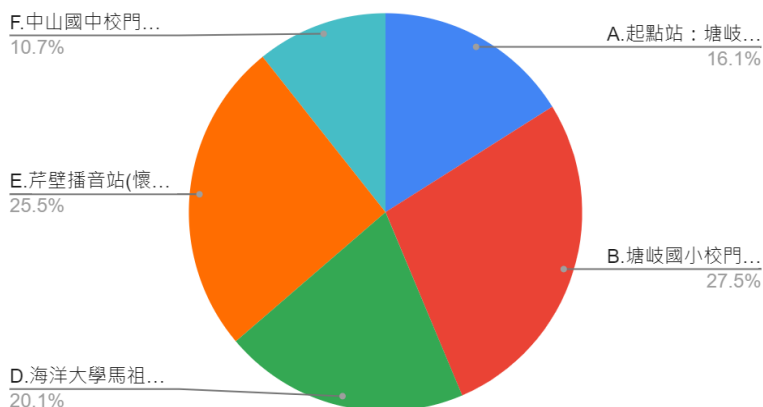
第二名(26.4%)：塘岐國小校門口(鼓陣)

第三名(22.7)：海洋大學馬祖校區(青春大學生)

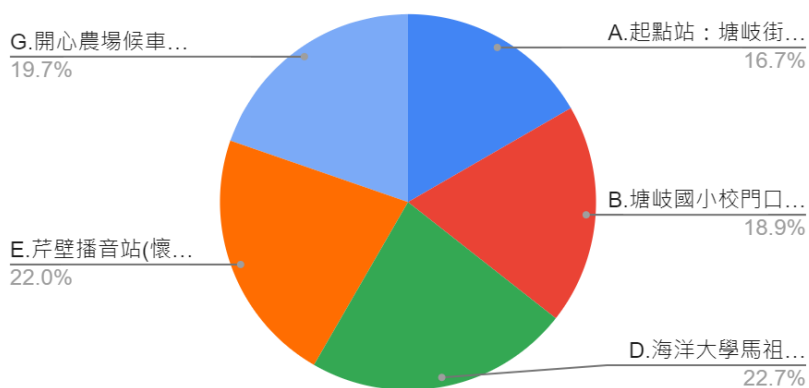
印象深刻啦啦隊第1名：芹壁懷舊播音站



印象深刻啦啦隊第2名：塘岐國小校門口(鼓陣)

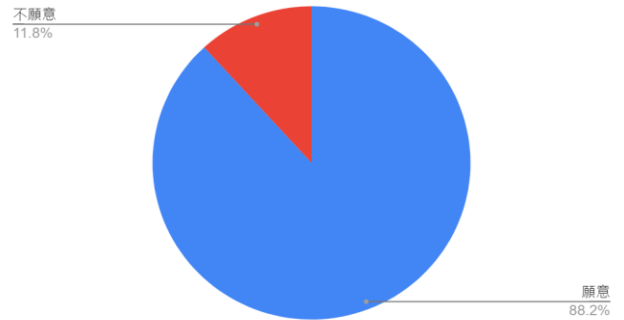


印象深刻啦啦隊第3名：
海洋大學馬祖校區(青春大學生)



12.有關「未來是否有意願再來參加北竿馬拉松」，取得的165筆資料中，有88.2%的跑者願意再來挑戰！可見北竿的賽道雖然夠硬，但仍深受跑者喜愛。

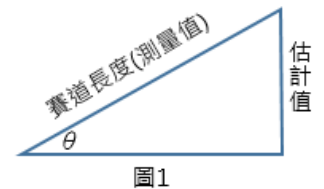
未來您還願意再來北竿參加馬拉松嗎？



陸、討論

一、有關賽道測量誤差部分：

本研究利用手機 APP 測定每一段賽道的傾斜角度 θ ，上坡度數為正值，下坡度數為負值，再利用三角函數值對照表 ($\sin\theta$) 計算出該段賽道的垂直高度後(如右圖1)，經累積加總產生全賽道的高度起伏地圖，故所測量出來的每一小段賽道長度是否準確會影響到每一路段垂直高度的估計值。本研究為了讓估計值更接近事實，除了實際測量外，更輔以 Google map 做校正，讓誤差值變小。



設定起點高度(即終點)為0M，照理來說，高低差相加後回到終點的高度值應該也是0M，但本研究的終點數值為1.9M，討論後發現，本研究測得賽道最高點位於通過上村圓環後的一小段上坡，高度為171.7M，1.9M 的誤差率為1.1%，尚可接受。

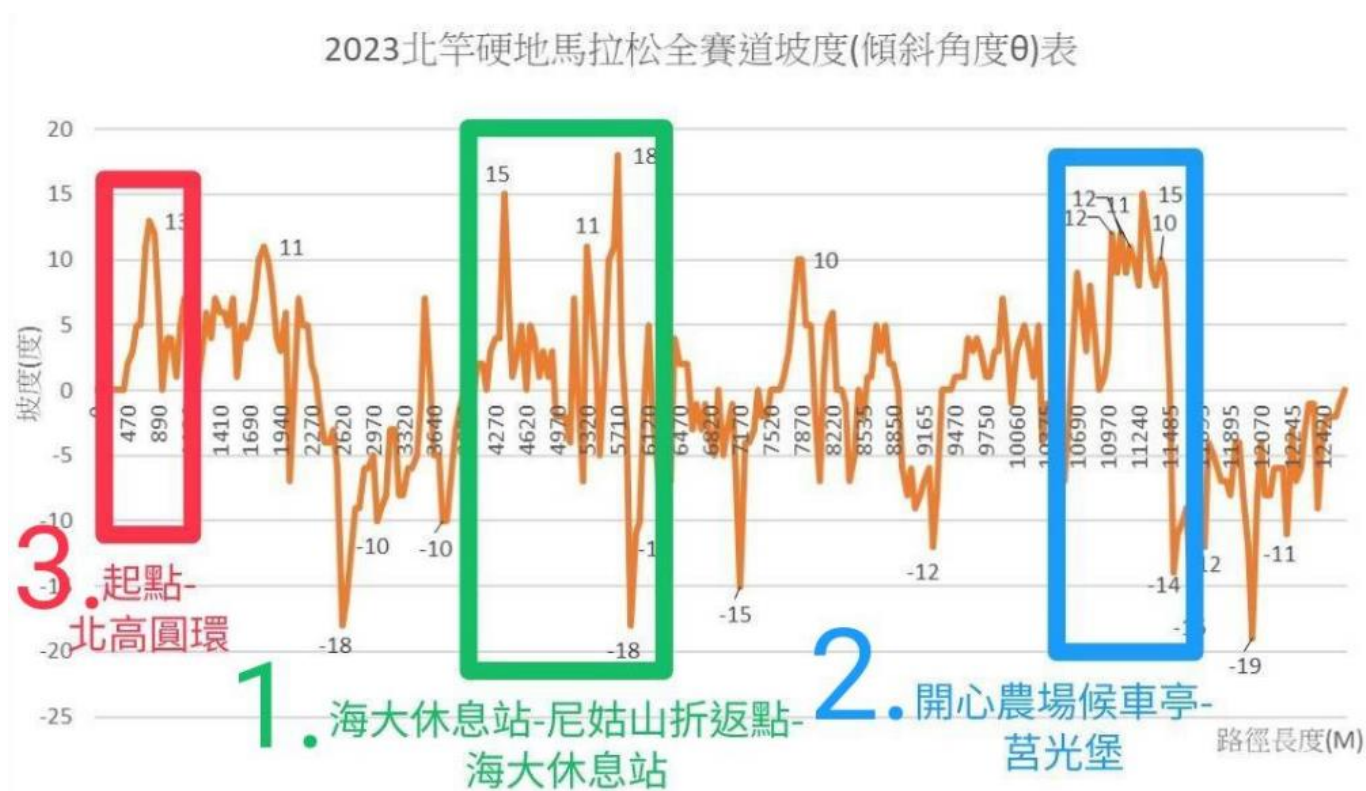
在賽道全長部分，本研究測量全長約為12,545M，與12.5K 只差45M，誤差率只有0.36%，幾乎可以忽略。誤差來源推測應來自每小段賽道長度的測量值，但本研究主要為實用性，讓跑者能在研究結果中預知各段賽道的大約路況即可，故不再做更精準的複測。

二、有關「高度」與「坡度」資料是否有幫助：

除了在賽前利用各種管道曝光高度與坡度資料外，研究者也透過訪談與馬拉松承辦工作人員進行晤談，他們得知本研究已完成賽道高度與坡度測量並做成折線圖，均表示該資料對馬拉松跑者很實用，尤其是坡度資料，若能更早提供給跑者，跑者就能根據坡度與長度數據在跑步機上進行設定並做賽前訓練。再輔以回收的跑者問卷數據，均反應出一致的想法：**資料具有參考價值，且應提早取得。**

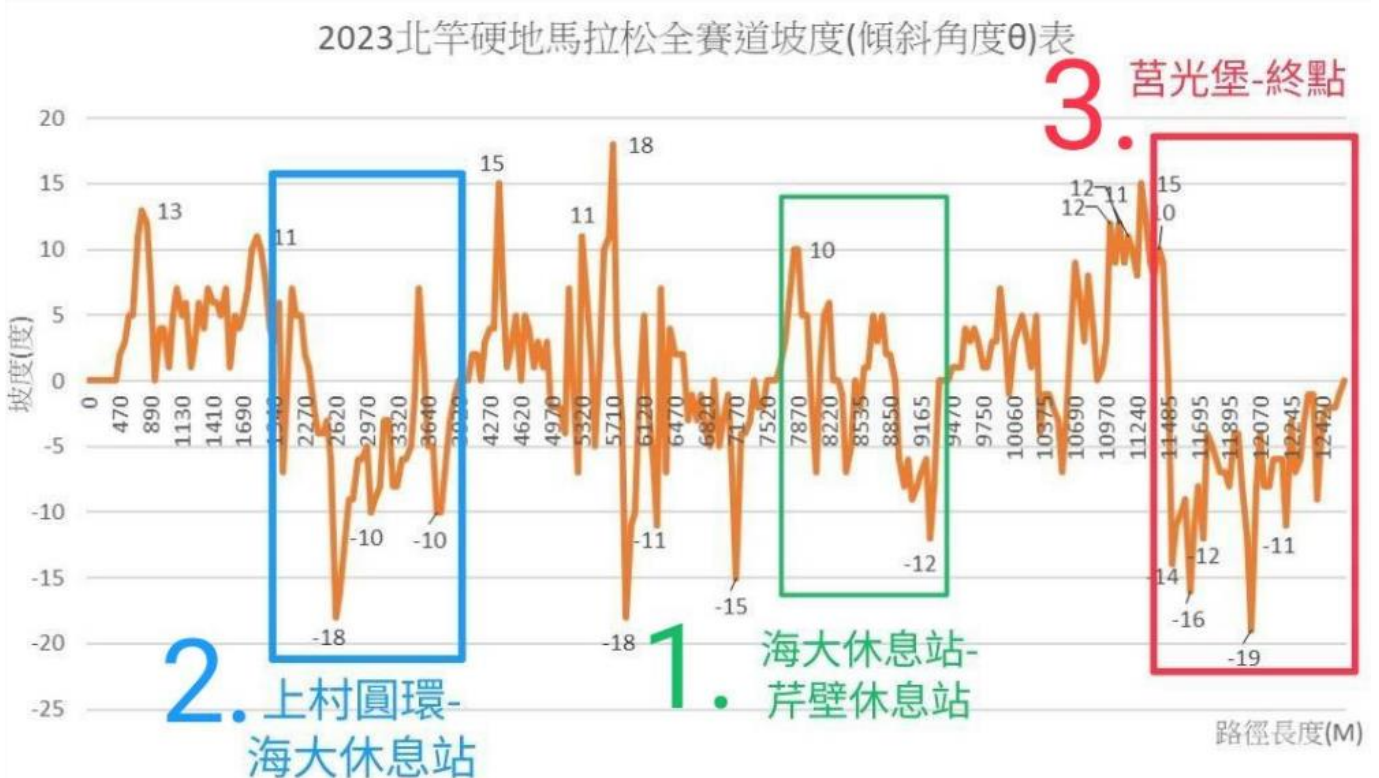
三、有關「最硬賽道」前三名：

依序為「海大休息站-尼姑山折返點-海大休息站」、「開心農場候車亭-莒光堡」、「起點-北高圓環」。經比對測量結果，跑者認為的「最硬賽道前三名」剛好是「測量坡度上升角度最大的前三名」路段，因此可判斷**難度與坡度有明顯關聯。**



四、有關「最 IN 賽道」前三名：

依序為「海大休息站-芹壁休息站」、「上村圓環-海大休息站」、「莒光堡-終點」。經比對測量結果，跑者認為的「最 IN 賽道前三名」剛好是「測量坡度角度較小或下坡」路段，因此亦可驗證難度與坡度有明顯關聯。



五、有關「印象最深刻的啦啦隊」前三名：

依序為「芹壁播音站(懷舊播音員)」、「塘岐國小校門口(鼓陣)」、「海洋大學馬祖校區(青春大學生)」。歷年來的北竿硬地馬拉松賽事最為人知的除了賽道真的很「硬」以外，各駐點的啦啦隊也是非常特別的經驗。

六、有關「未來是否有意願再來參加北竿馬拉松」：

儘管賽道非常「硬」，但是仍有高達**88.2%**的跑友願意再回來北竿參加馬拉松，可見除了硬以外，非常「IN」也是不容置疑！

柒、結論與建議

本研究結論如下：

一、本研究測得的賽道高度與坡度資料，對跑者來說**具有參考價值**，且跑者對「坡度資料」的需求高於「高度資料」。

二、賽道的高度及坡度資料**應於賽前提供給跑者**，且時間至少應為**一個月前**較佳。

三、若馬祖北竿以外的其它島嶼再辦理馬拉松，跑者會希望能事先提供賽道的高度與坡度資料，方便做為**訓練準備**資料之一。

四、北竿硬地馬拉松「**最硬賽道**」前三名路段依序為：海大休息站-尼姑山折返點-海大休息站；開心農場候車亭-莒光堡；起點-北高圓環。**恰好是測量坡度上升角度最大的前三名路段。**

五、北竿硬地馬拉松「**最 IN 賽道**」前三名路段依序：海大休息站-芹壁休息站；上村圓環-海大休息站；莒光堡-終點。**恰好是測量坡度較小或是下坡路段。**

六、北竿硬地馬拉松「**最有印象啦啦隊**」前三名依序為：芹壁播音站(懷舊播音員)；塘岐國小校門口(鼓陣)；海洋大學馬祖校區(青春大學生)。

七、有將近**88.2%**比例的跑者**願意再來**馬祖北竿參加硬地馬拉松。

另，本研究也針對馬祖地區未來辦理馬拉松比賽提出以下建議：

一、可於規劃階段納入「賽道高度與坡度」的測量結果，並於報名時即發送給跑者做為訓練的參考資料，而非只提供平面鳥瞰圖。

二、最美的風景是人！可以加強各地點啦啦隊的可看性，增加跑者內心的溫度與感動，讓跑者願意每年都來馬祖跑馬拉松，也可促進地方觀光旅遊的熱度。

捌、參考資料及其他

1. <https://www.taiwan.net.tw/m1.aspx?sNo=0001019&lid=081045>
2. https://www.facebook.com/MatsuBeiganUltraMarathon/?locale=zh_TW
3. <https://news.idea-show.com/post/2023%E7%AC%AC%E4%B8%83%E5%B1%86%E9%A6%AC%E7%A5%96%E5%8C%97%E7%AB%BF%E7%A1%AC%E5%9C%B0%E8%B6%85%E7%B4%9A%E9%A6%AC%E6%8B%89%E6%9D%BE/>
4. https://www.matsu-news.gov.tw/2010web/news_detail_101.php?CMD=open&UID=249621
5. <https://www.google.com.tw/maps/@23.546162,120.6402133,8z?hl=zh-TW>

【評語】 032915

本研究內容以簡易量測方式建立北竿地區的地表拓樸結果，提供跑馬選手準備依據，對北竿地區的觀光與地理研究有重要貢獻。實驗能繪製出各段賽道的高度起伏地圖，提供馬拉松參賽選手預先認知及賽前訓練。在坡道測量上，建議將坡道長度及測量角，透過軟體 Google Earth 進行高度剖面分析及 GPS 海拔高度測量，並與本研究的數據結果進行差異比較，對測量上來說更具說服力。後續採用問卷方式完成本作品，兼具鄉土特色與實用性，提供應用性來幫助馬拉松選手順利完成賽事。建議各項問卷資料可做關聯性分析，以建立更多元與更多層級的相關性及統計分析，例如數據在不同族群(如男女，年紀，居住地等等)有無不同的結果。

作品海報

北竿硬地馬拉松



地圖全攻略

最硬?

最iN!

摘要

利用手機APP、三角函數及GOOGLE MAP做「北竿硬地馬拉松」賽道長度與坡度的測量，並利用EXCEL將高度與坡度數據做成折線圖，串接成影片讓跑者可以在遠距離就做到北竿硬地馬拉松的賽前準備。透過GOOGLE表單統計跑者對於「事先預知賽道高度與坡度」等訊息對比賽是否有幫助，以及跑者對北竿硬地馬拉松「最硬(最難)賽道」、「最IN(最喜歡)賽道」、「最有印象啦啦隊」前三名的排序。

研究目的

本研究目的共五項，條列如下：

- 一、利用簡單可得的測量工具及方法完成12.5K賽道高度及坡度的測量，並製作成圖表，讓跑者能夠在賽前(抵達北竿前)就能透過網路取得賽道概況，甚至能夠提早做訓練的參考。
- 二、了解本研究所提供之賽道高度與坡度資料，對馬拉松跑者賽前準備是否真能提供幫助，且這樣的模式是否能夠複製到馬祖其它島嶼的類似賽事。
- 三、了解跑者心目中對「北竿硬地馬拉松最硬(最難)賽道」的前三名路段。
- 四、了解跑者心目中對「北竿硬地馬拉松最IN(最喜歡)賽道」的前三名路段。
- 五、了解跑者心目中對「北竿硬地馬拉松最有印象啦啦隊」前三名。

研究設備及器材

電腦、手機app(Protractor)、Excel、三角函數對照表、Canva。

研究過程或方法

首先，先取得2023年北竿硬地馬拉松路線圖，從起點到終點依照地形起伏用手機app(Protractor)做坡度(傾斜角度 θ)的測量，詳加紀錄後，將坡道長度及測量角度等數據對照三角函數值表($\sin\theta$)轉成坡道高度後，再累加成累積高度，並以Excel轉成累積爬升高度與坡度(傾斜角度 θ)的折線圖。為使測量更貼近事實，再輔以Google map做每一路段間的距離定位，以減少誤差。最後產生三組圖：累積高度(M)折線圖、坡度(傾斜角度 θ)折線圖與分路段的Google map地形圖，再串接成易於閱讀的數十秒短影片在網路上做分享，同時透過馬拉松承辦廠商將製作的三支影片以電子郵件方式在賽前一週內發送給跑者參考。完賽後，再透過Google問卷，了解跑者對北竿硬地馬拉松「高度與坡度資料對準備比賽是否有幫助」、「最硬(最難跑)賽道」、「最IN(最喜歡)賽道」、「印象最深刻的啦啦隊」的前三名...等，做為將來辦理相關活動的參考。

研究結果

本研究前半部分為賽道角度及長度測量，依測量結果做出「累積爬升高度(M)折線圖」、「坡度(角度)折線圖」、及每小段路段的「Google map地形圖」。後半部分則是在賽後透過Google問卷收集與本研究測量資料相關之跑者意見，再加以分析。

因北竿賽道的坡度起伏非常大，為方便讀者擷取資訊，本研究在測量時依照不同路段地形，將賽道切割為8段，依序為：1起點-北高圓環；2北高圓環-上村圓環；3上村圓環-海大休息站；4海大休息站-尼姑山折返點-海大休息站；5海大休息站-芹壁休息站；6芹壁休息站-開心農場候車亭；7開心農場候車亭-莒光堡；8莒光堡-終點。茲將「累積高度」、「坡度」及8段切割賽道之各別地圖呈現如下。

① 累積爬升高度(M)測量結果

先將測量結果(度數及距離)透過三角函數值對照表($\sin\theta$)計算出垂直高度後，再以Excel累加轉成折線圖。經調查發現北竿賽道高低起伏頗大，最大高低差達到167.2M。各路段累積垂直高度情形如下。

② 坡度(傾斜角度 θ)測量結果

本測量數據(度數)係使用手機app (Protractor)平放在賽道上讀取傾斜程度之度數加以紀錄而成。平地的度數為零度，上坡呈現正值度數，下坡呈現負值度數，數值的絕對值愈大代表坡度傾斜程度愈高。經調查發現北竿賽道坡度變化很大，常出現超過10度的險升險降坡，極少平坦路段，最陡的上坡角度為18度，最陡的下坡則為-19度。

▼ 2023北竿硬地馬拉松12.5K全賽道高度表(M)



▼ 下圖為全賽道坡度(傾斜角度 θ)示意圖。

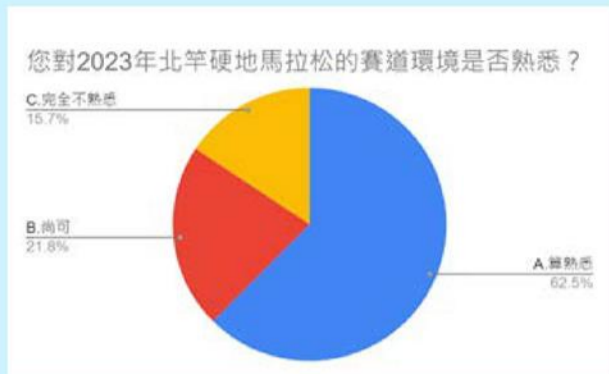


賽後問卷分析

本問卷共計19題，係透過GOOGLE表單收集跑者對本研究資料實用性之意見，共取得165筆有效資料，依不同題目統整分析如下：

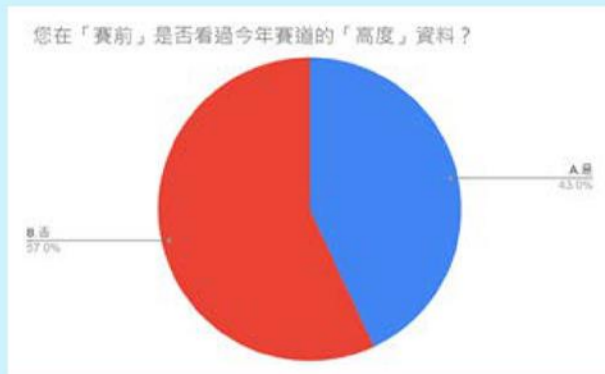
1 您對2023年北竿硬地馬拉松賽道環境是否熟悉？

對賽道「算熟悉」的跑者比例最高，佔62.5%。

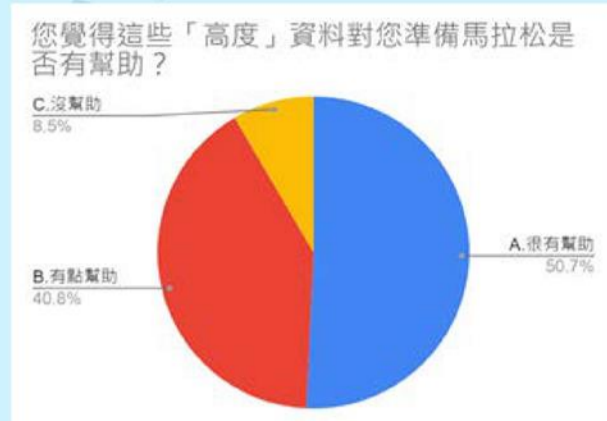


2 您對2023年北竿硬地馬拉松賽道環境是否熟悉？

僅有43%的跑者在賽前看過，觸及率不高。

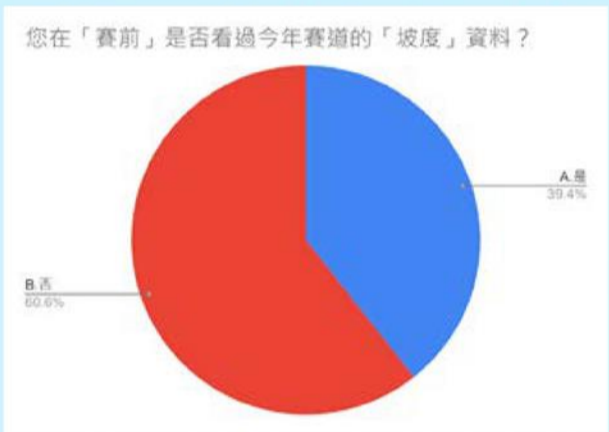


3 承2，在賽前看過高度資料的71位跑者中，有超過9成的跑者覺得事先看過本研究的「高度資料」對於準備馬拉松很有幫助。

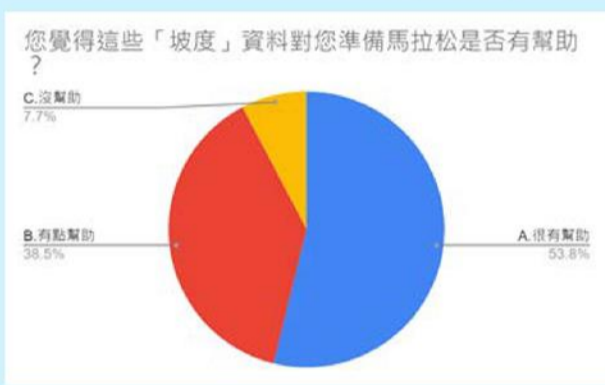


4 您在「賽前」是否看過今年賽道的「坡度」資料？

僅有39.4%的跑者在賽前看過，觸及率不高。

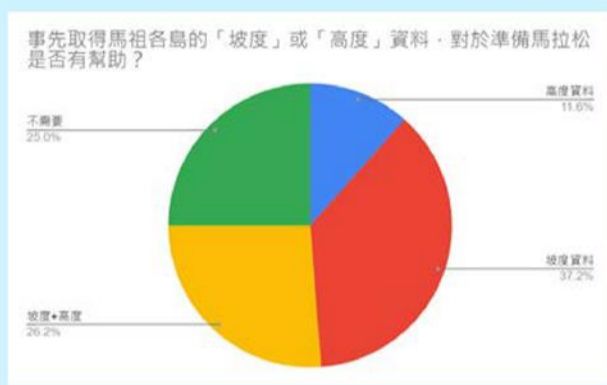


5 承4，在賽前看過坡度資料的65位跑者中，有超過9成的跑者覺得事先看過本研究的「坡度資料」對於準備馬拉松很有幫助。



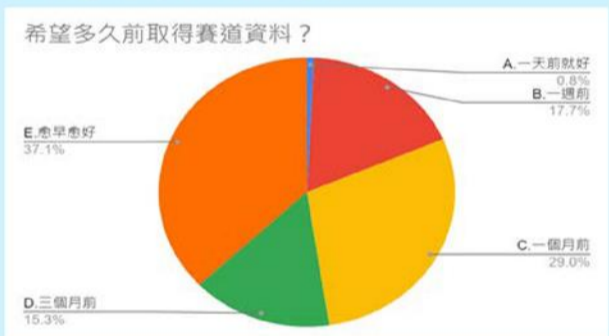
6 事先取得馬祖各島的「坡度」或「高度」資料，對於準備馬祖各島的馬拉松是否有幫助？

有高達75%的跑者認為在賽前取得賽道的高度或坡度資料，對準備馬拉松比賽有幫助。



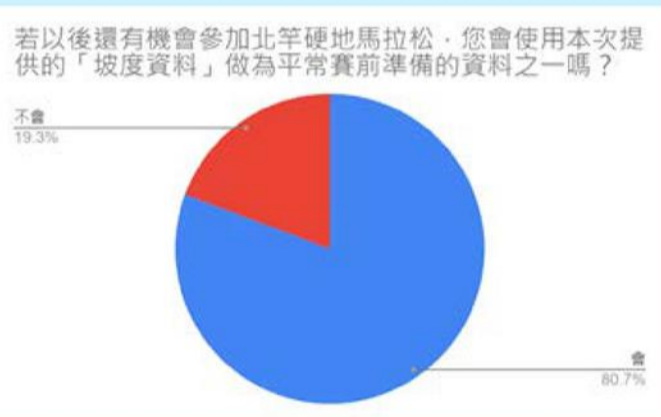
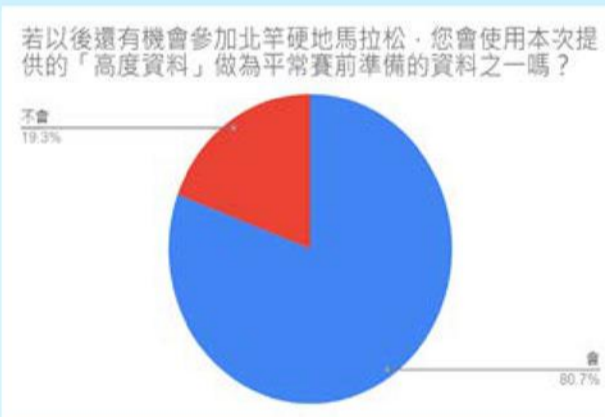
7 承6.在「希望在賽前取得賽道高度或坡度資料」

124筆回覆中，37.1%的人希望愈早拿到資料愈好；29.0%的人覺得一個月前取得資料就好；17.7%的人覺得希望於一週前取得；15.3%的人希望三個月前取得，僅0.8%的人覺得前一天取得就好。

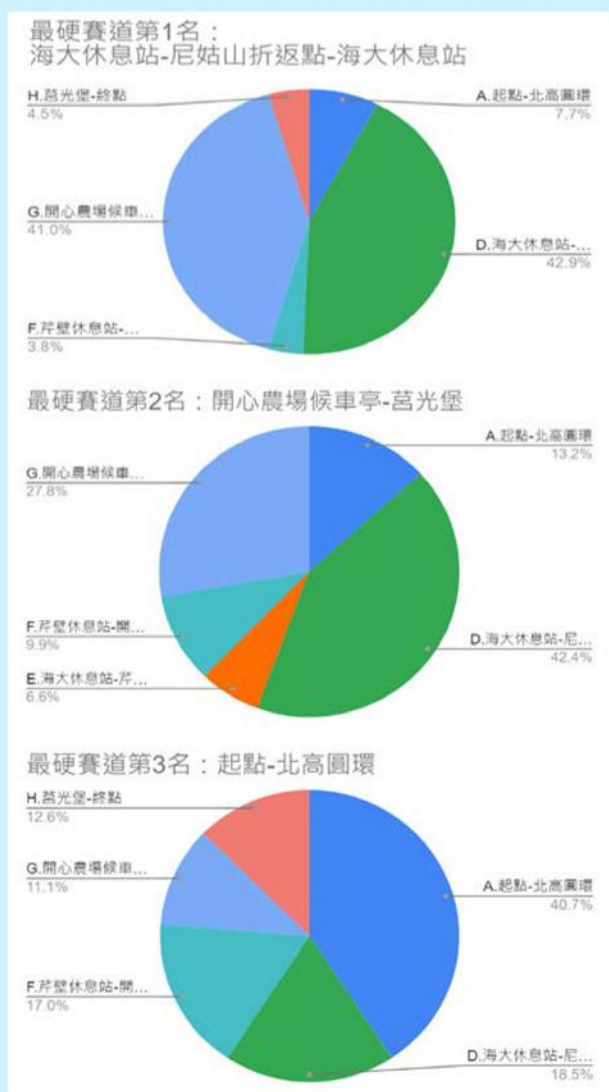


8 若以後還有機會參加北竿硬地馬拉松，是否會使用本次提供的「高度或坡度資料」做為平常賽前準備的資料之一？

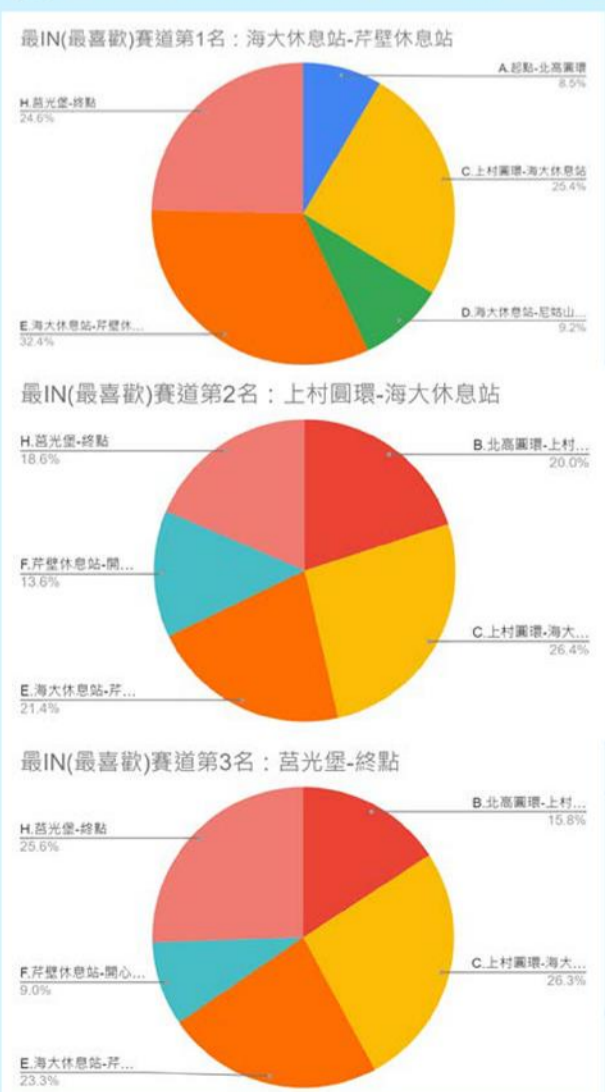
有80.7%的跑者會使用高度與坡度資料做賽前準備，可見本組資料對於馬拉松備賽是具有參考價值的。



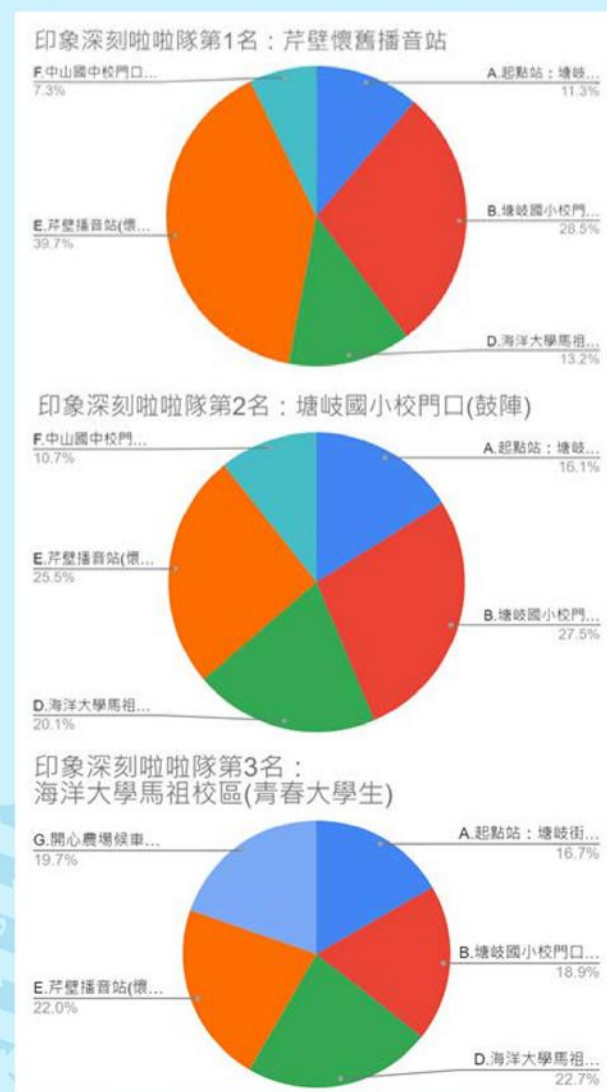
9 最硬(最難跑)賽道前三名依序：



10 最IN(最喜歡)賽道前三名依序：



11 「印象深刻啦啦隊」前三名依序：



討論

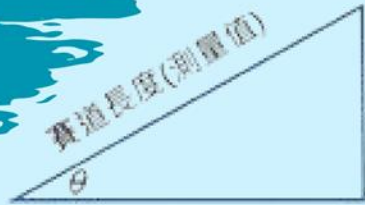


圖1



有關賽道測量誤差部分

本研究利用手機APP測定每一段賽道的傾斜角度 θ ，上坡度數為正值，下坡度數為負值，再利用三角函數值對照表($\sin\theta$)計算出該段賽道的垂直高度後(如右圖1)，經累積加總產生全賽道的高度起伏地圖，故所測量出來的每一小段賽道長度是否準確會影響到每一路段垂直高度的估計值。本研究為了讓估計值更接近事實，除了實際測量外，更輔以Google map做校正，讓誤差值變小。

設定起點高度(即終點)為0M，照理來說，高低差相加後回到終點的高度值應該也是0M，但本研究的終點數值為1.9M，討論後發現，本研究測得賽道最高點位於通過上村圓環後的一小段上坡，高度為171.7M，1.9M的誤差率為1.1%，尚可接受。

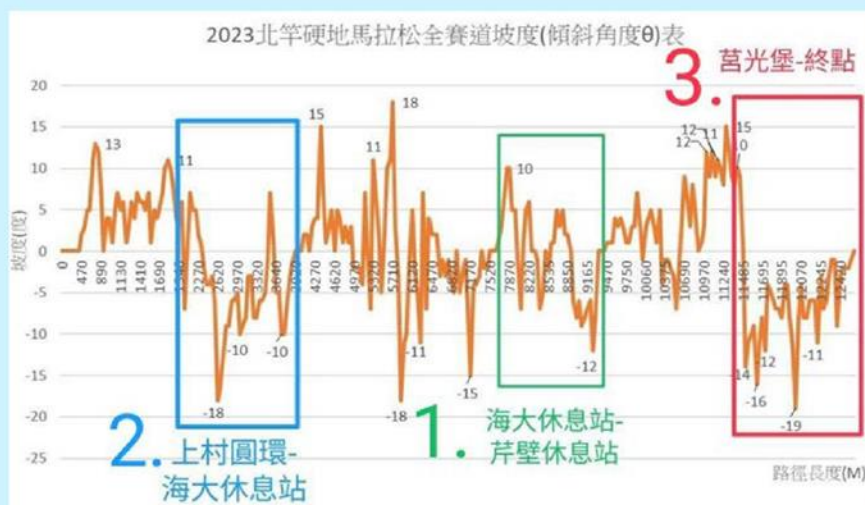
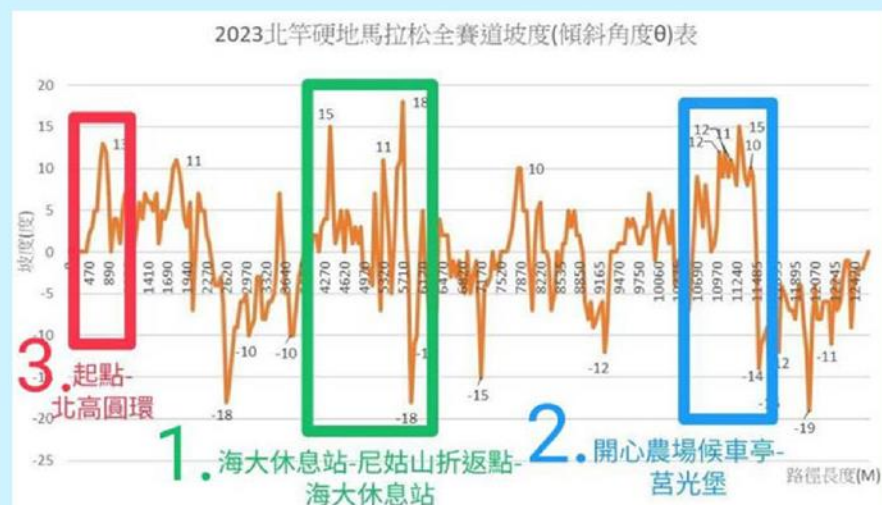
在賽道全長部分，本研究測量全長約為12,545M，與12.5K只差45M，誤差率只有0.36%，幾乎可以忽略。誤差來源推測應來自每小段賽道長度的測量值，但本研究主要為實用性，讓跑者能在研究結果中預知各段賽道的大約路況即可，故不再做更精準的複測。

有關「高度」與「坡度」資料是否有幫助

除了在賽前利用各種管道曝光高度與坡度資料外，研究者也透過訪談與馬拉松承辦工作人員進行晤談，他們得知本研究已完成賽道高度與坡度測量並做成折線圖，均表示該資料對馬拉松跑者很實用，尤其是坡度資料，若能更早提供給跑者，跑者就能根據坡度與長度數據在跑步機上進行設定並做賽前訓練。再輔以回收的跑者問卷數據，均反應出一致的想法：資料具有參考價值，且應提早取得。

有關「最硬賽道」前三名(下方左圖)

依序為「海大休息站-尼姑山折返點-海大休息站」、「開心農場候車亭-莒光堡」、「起點-北高圓環」。經比對測量結果，跑者認為的「最硬賽道前三名」剛好是「測量坡度上升角度最大的前三名」路段，因此可判斷難度與坡度有明顯關聯。



有關「最IN賽道」前三名(上方右圖)

依序為「海大休息站-芹壁休息站」、「上村圓環-海大休息站」、「莒光堡-終點」。經比對測量結果，跑者認為的「最IN賽道前三名」剛好是「測量坡度角度較小或下坡」路段，因此亦可驗證難度與坡度有明顯關聯。

有關「印象最深刻的啦啦隊」前三名

依序為「芹壁播音站(懷舊播音員)」、「塘岐國小校門口(鼓陣)」、「海洋大學馬祖校區(青春大學生)」。歷年來的北竿硬地馬拉松賽事最為人所知的除了賽道真的很「硬」以外，各駐點的啦啦隊也是非常特別的經驗。

有關「未來是否有意願再來參加北竿馬拉松」

儘管賽道非常「硬」，但是仍有高達88.2%的跑友願意再回來北竿參加馬拉松，可見除了硬以外，非常「IN」也是不容置疑！

結論及建議

結論

- 1 本研究測得的賽道高度與坡度資料，對跑者來說具有參考價值，且跑者對「坡度資料」的需求高於「高度資料」。
- 2 賽道的高度及坡度資料應於賽前提供給跑者，且時間至少應為一個月前較佳。
- 3 若馬祖北竿以外的其它島嶼再辦理馬拉松，跑者會希望能事先提供賽道的高度與坡度資料，方便做為訓練準備資料之一。
- 4 北竿硬地馬拉松「最硬賽道」前三名路段依序為：海大休息站-尼姑山折返點-海大休息站；開心農場候車亭-莒光堡；起點-北高圓環。恰好是測量坡度上升角度最大的前三名路段。
- 5 北竿硬地馬拉松「最IN賽道」前三名路段依序：海大休息站-芹壁休息站；上村圓環-海大休息站；莒光堡-終點。恰好是測量坡度較小或是下坡路段。
- 6 北竿硬地馬拉松「最有印象啦啦隊」前三名依序為：芹壁播音站(懷舊播音員)；塘岐國小校門口(鼓陣)；海洋大學馬祖校區(青春大學生)。
- 7 有將近88.2%比例的跑者願意再來馬祖北竿參加硬地馬拉松。

建議

- 1 可於規劃階段納入「賽道高度與坡度」的測量結果，並於報名時即發送給跑者做為訓練的參考資料，而非只提供平面鳥瞰圖。
- 2 最美的風景是人！可以加強各地點啦啦隊的可看性，增加跑者內心的溫度與感動，讓跑者願意每年都來馬祖跑馬拉松，也可促進地方觀光旅遊的熱度。

參考資料



交通部觀光局



活動臉書專頁



GOOGLE MAP



馬祖日報



點子秀頁面



北竿馬拉松

最硬賽道

超強啦啦隊

最IN賽道

