

第六屆華碩科教獎

作品說明書

國小組 地球科學

作品名稱：與月亮的約定

學校名稱：高雄市桃源區樟山國民小學

作者	指導老師
五年甲班 謝鴻佑	周秋霞老師
五年甲班 謝孟舫	曾雅芬老師
五年甲班 吳君茹	林志明老師
五年甲班 沈卉馨	當地耆老
五年甲班 王愉雯	江維明老師
	吳茂松老師
	吳阿嬤

關鍵詞：月亮、版曆

摘要

四年級上自然課時，老師教我們觀測月亮，觀察月亮一個月的月相盈虧變化，知道月相變化具規律性；課堂中引起動機時，老師講到我們布農族的傳說故事-射日故事，提到布農族是以月亮盈虧來記月，採太陰曆法，許多祭儀也均按照月亮的圓缺來舉行。族語課時，耆老介紹布農族木刻畫曆，主要記載布農族傳統祭典，透過實地尋訪踏查，發現布農族祭典舉行前會先觀看月相，只有在滿月時才會辦理祭典，可見布農族對月亮的重視，更讓我們想要進一步認識月亮，了解月相變化的原理，探究滿月對地球的影響，並透過 stellarium 天文模擬軟體進行模擬，印證課堂所學到有關月亮的觀念，並找出月食發生的規律性。

壹、研究動機：

木刻畫曆是布農族人用來記載各種歲時祭儀的版曆，版曆以類似象形字支符號記載著農事、祭儀、出獵等行事，祭儀按照著月亮的圓缺來舉行。在地球觀看月亮，會發現每天月亮昇起的時間會慢約 50 分鐘；跟太陽一樣，月亮也是東昇西落；透過資料的分析，發現月亮與太陽的視角會隨著不同月份時近時遠，當太陽與月亮運行軌跡越靠近，有可能會發現日月食，透過 stellarium 天文模擬軟體，找出月食發生的規律性。

貳、研究目的：

- 一、 實地訪查：布農族祭儀文化與禁忌。
- 二、 模擬月相變化成因。
- 三、 使用 stellarium 軟體蒐集 2014 年農曆 11 月份每日凌晨 0 時不同月相位置的變化。
- 四、 使用 stellarium 軟體蒐集 2014 年每月農曆滿月時太陽與月亮方位角與高度角的數據資料，探究月亮運行軌跡變化。
- 五、 使用 stellarium 軟體蒐集 2014 年四季太陽與月亮方位角與高度角資料，探究日月運行軌跡關係。
- 六、 蒐集近 30 年(2001-2030)月食的資料，探究分析月食發生的規律性。

參、研究設備及器材

電腦、stellarium 天文模擬軟體、半天球模型、方位盤、仰角尺標、指北針、各色奇異

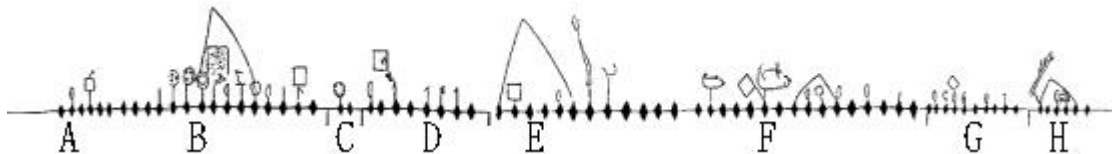
筆、保麗龍球。

肆、研究過程與方法

研究一：實地訪查：布農族祭典文化與禁忌。

(一) 木刻畫曆：(圖片來源：資策會數位光點計畫

<http://www.hopemarket.com.tw/wp-content/uploads/2008/02/image9.png>)



(二) 布農族的傳統祭儀種類可歸納為三類：

1. 生命禮俗：與生命有關之祭典，如結婚、小孩慶生、成長禮、葬禮。
2. 歲時祭儀：與農耕、打獵有關之祭典，如播種祭、打耳祭、小米進倉祭。
3. 臨時祭儀：因臨時需要而舉行的祭典，如出草祭。

(三) 與耆老的對話、採訪紀錄：

1. 以前族人記日的方法？
 - (1) 以前老人家出去打獵的時候，會用石頭來計算出去的日子，每次打獵回來地點要準備休息時，就會放置一塊石頭代表一天，計數石頭的數量，表示出來打獵花了幾天。
 - (2) 和別人交易購買物品時，也會用石頭來計算購買的數量。
2. 布農族祭典與月亮的關係？
 - (1) 布農族很多的祭典都會在滿月時舉辦，如果當天晚上有看到滿月，又是適合的季節，族人就會約定在隔天或隔幾天舉辦祭典。
 - (2) 如果因為天候狀況不佳沒有看到滿月，祭典就會順延到下一個月看到滿月的時候，再舉辦祭典。
3. 沒有月亮或不是滿月的時候，有甚麼禁忌嗎？
 - (1) 布農族主要祭典都會在滿月時進行，所以不是滿月的時間，大家就是

一般作息，不受影響。

4. 以前的習俗？

- (1) 打耳祭的時候，族人會去打獵，並且將獵物全數集中分送給族人分享。
- (2) 開墾祭前是布農族的新年祭，會製作年糕和釀酒迎新年。



(四) 歸納與結果：

1. 布農族人採太陰曆法，祭儀與狩獵活動都會在滿月期間進行。
2. 不同月相進行不同活動，月缺時適合驅蟲、除草，滿月時適合收割舉行收穫祭。

研究二：模擬月相變化成因。



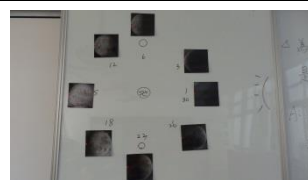





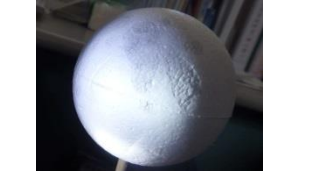

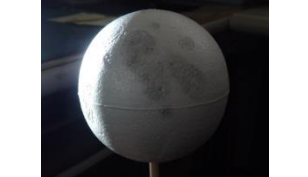

(一) 實驗器材：保麗龍球、竹筷、燈光。

(二) 實驗步驟：

1. 學生代表地球、光代表太陽、保麗龍球代表月亮。
2. 學生拿著月亮，太陽光線不動，依序拿著月亮對著太陽表示朔、背對太陽表示望，模擬月相變化情形。
3. 將所觀看到的月相變化拍照紀錄，觀察其變化。

(三) 實驗記錄：

模擬情形	模擬情形	模擬情形	朔(1日)
------	------	------	-------

			
眉形新月(3 日)	上弦月(7 日)	盈凸月(12 日)	望(15 日)
			
虧凸月(18 日)	下弦月(22 日)	眉形殘月(27 日)	朔(30 日)
			

(四) 實驗結果：

1. 月亮反射太陽光，所以有被太陽照到的部分為亮面，可以被我們看見，沒照到的部分為暗處，不被我們看見。
2. 模擬時當太陽、地球不動，隨著月亮的位置改變，月相也跟著改變。
3. 當太陽、月亮、地球呈一直線，會發生日食，發生在新月(朔)。
4. 當太陽、地球、月亮呈一直線，會發生月食，發生在滿月(望)。

研究三：使用 stellarium 軟體蒐集 2014 年農曆 11 月份每日晚上 12 時不同月相位置的變化。

(一) 實驗器材：電腦、stellarium 天文軟體、半天球模型、方位盤、仰角尺標。



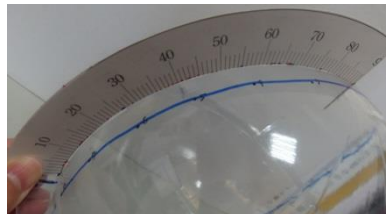
(二) 實驗步驟：

1. 操作 stellarium 天文軟體蒐集 2014 年 12 月份凌晨 0 時不同月相位置的變化。
2. 記錄其方位角與高度角的變化，數值四捨五入化成整數。
3. 將資料繪製於半天球模型上，觀察其變化情形。

(三) 實驗記錄：每日晚上 12 時不同月相位置資料：

國曆日期	12/22	12/23	12/24	12/25	12/26	12/27	12/28	12/29	12/30	12/31
農曆	11/1	11/2	11/3	11/4	11/5	11/6	11/7	11/8	11/9	11/10

11 月										
方位角	57	300	283	278	276	275	274	274	273	272
高度角	-83	-82	-69	-55	-42	-29	-15	-2	11	23
國曆日期	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
農曆 11 月	11/11	11/12	11/13	11/14	11/15	11/16	11/17	11/18	11/19	11/20
方位角	271	270	267	260	233	134	112	106	103	102
高度角	36	48	60	72	83	82	71	60	49	38
國曆日期	1/11	1/12	1/13	1/14	1/15	1/16	1/17	1/18	1/19	
農曆 11 月	11/21	11/22	11/23	11/24	11/25	11/26	11/27	11/28	11/29	
方位角	100	100	99	98	97	96	94	91	85	
高度角	28	17	6	-6	-17	-29	-41	-53	-66	

每日晚上 12 點月亮位置	每日晚上 12 點月亮位置	兩日位置間隔約 15 度
		

(四) 實驗結果：

1. 利用半天球模型將方位角、高度角劃記上去，農曆 11 月月亮軌跡接近圓形，且當日升起時間較昨日晚。
2. 兩日月亮位置間隔約 15 度，表示月亮每日出現(升起)時間晚約 15 度，即約 1 小時。所以一個月會晚約一天。

計算：1 圈 360 度/15 度=24 間隔，地球自轉 1 圈 24 小時，24 時/24 間隔=1 時。

研究四：使用 stellarium 軟體蒐集 2014 年每月農曆滿月時太陽與月亮方位角與高度角的數據資料，探究月亮運行軌跡變化。

(一) 實驗器材：電腦、stellarium 天文軟體、半天球模型、方位盤、仰角尺標。

(二) 實驗步驟：

1. 操作 stellarium 天文軟體蒐集 2014 年農曆各月份滿月時月亮方位角與高度角的數據資料。
2. 記錄其方位角與高度角的變化，數值四捨五入化成整數。
3. 將資料繪製於半天球模型上，觀察其變化情形。

(三) 實驗記錄：

1. 滿月時月亮方位角與高度角的數據資料：

國曆	農曆	時間	18 時	20 時	22 時	0 時	2 時	4 時	6 時
2/14	1/15	方位角	82	93	111	188	251	251	278
		高度角	7	34	61	77	57	57	3
3/15	2/15	方位角	91	105	134	209	249	264	275
		高度角	13	40	63	68	46	20	-7
4/14	3/15	方位角	100	115	143	195	234	252	264
		高度角	6	32	53	58	42	17	-9
5/13	4/15	方位角	109	126	158	204	234	250	261
		高度角	11	34	51	50	33	9	-17
6/12	5/15	方位角	111	126	151	190	223	242	254
		高度角	1	25	43	47	35	13	-11
7/11	6/15	方位角	113	129	156	196	227	245	256
		高度角	5	28	45	47	32	10	-15
8/10	7/15	方位角	103	116	139	183	225	247	260
		高度角	-1	24	46	55	44	22	-3
9/8	8/15	方位角	100	113	140	196	237	256	268
		高度角	7	32	55	61	45	20	-6
10/8	9/15	方位角	86	97	116	183	247	265	277
		高度角	5	32	58	74	57	31	4

11/7	閏 9/15	方位角	75	84	96	139	257	272	282
		高度角	3	29	56	81	67	40	13
12/6	10/15	方位角	74	83	94	182	267	277	286
		高度角	9	35	62	86	62	35	9
1/5	11/15	方位角	73	83	93	134	259	273	282
		高度角	3	29	56	82	67	40	13
2/3	12/15	方位角	79	89	105	188	257	271	281
		高度角	8	35	62	80	59	32	5

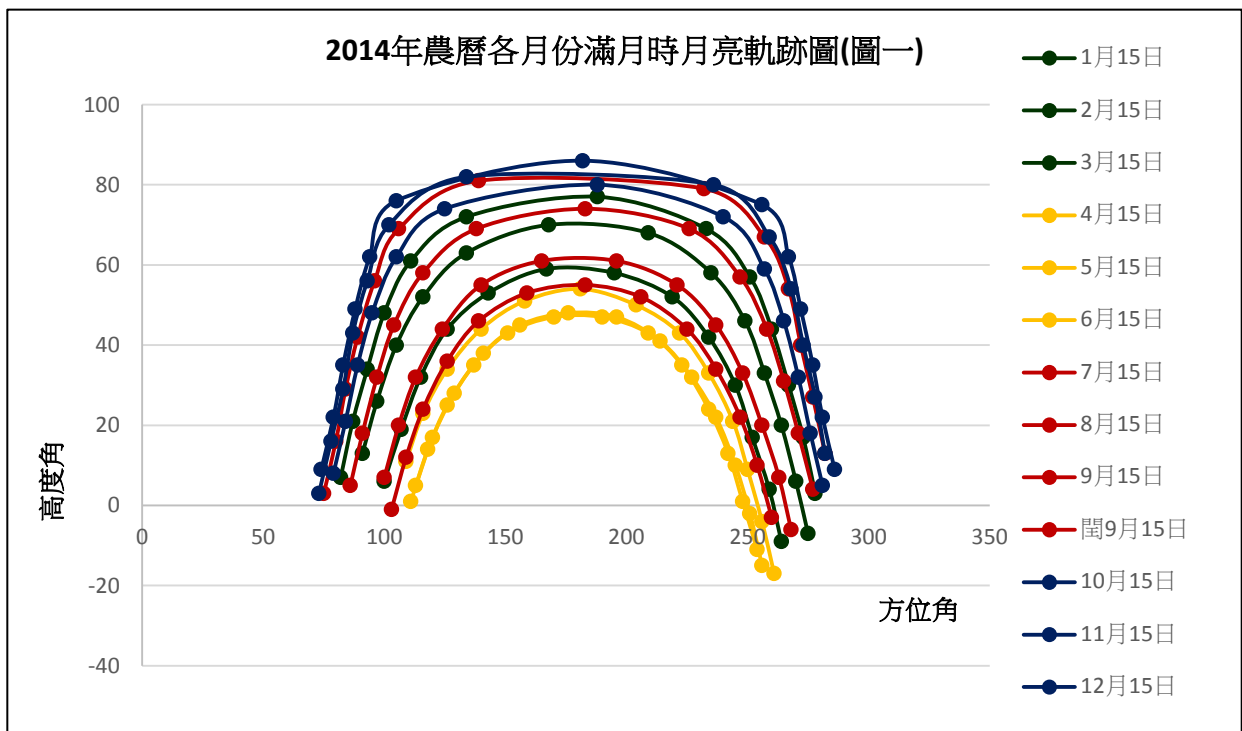
2. 農曆各月份滿月時月亮的軌跡圖：(圖一)

春季：國曆 2、3、4 月，農曆 1、2、3 月(綠色)

夏季：國曆 5、6、7 月，農曆 4、5、6 月(黃色)

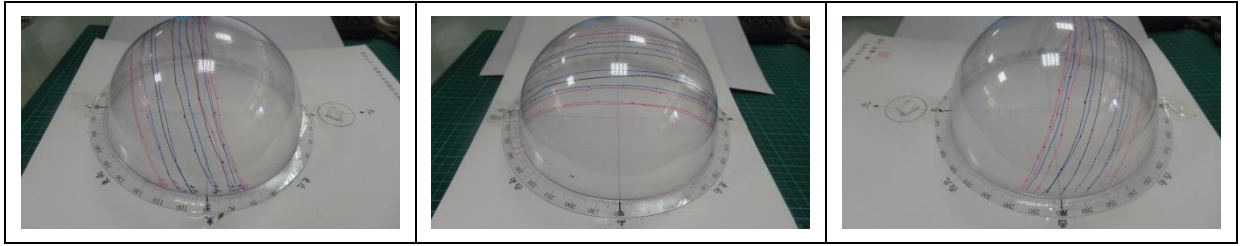
秋季：國曆 8、9、10 月，農曆 7、8、9 月(紅色)

冬季：國曆 11、12、1 月，農曆 10、11、12 月(藍色)



3. 2014年各月份月亮軌跡圖：(圖二)

月亮軌跡圖(東面)	月亮軌跡圖(南面)	月亮軌跡圖(西面)
-----------	-----------	-----------



(四) 實驗結果：

1. 2014 年農曆依春夏秋冬季節，各月份滿月時中天位置高度角變化由中→低→中→高的變化。(圖一)
2. 月亮各月份軌跡成圓弧狀，方位角由偏東升起、中天位置偏南、偏西落下。(圖二)

研究五：使用 stellarium 軟體蒐集 2014 年四季太陽與月亮方位角與高度角資料，探究日月運行軌跡關係。

(一) 實驗器材：電腦、stellarium 天文軟體、半天球模型、方位盤、仰角尺標。

(二) 實驗步驟：

1. 操作 stellarium 天文軟體蒐集 2014 年四季太陽與月亮方位角與高度角的數據資料。
2. 記錄其方位角與高度角的變化，數值四捨五入化成整數。
3. 將資料繪製於半天球模型上，觀察其變化情形。

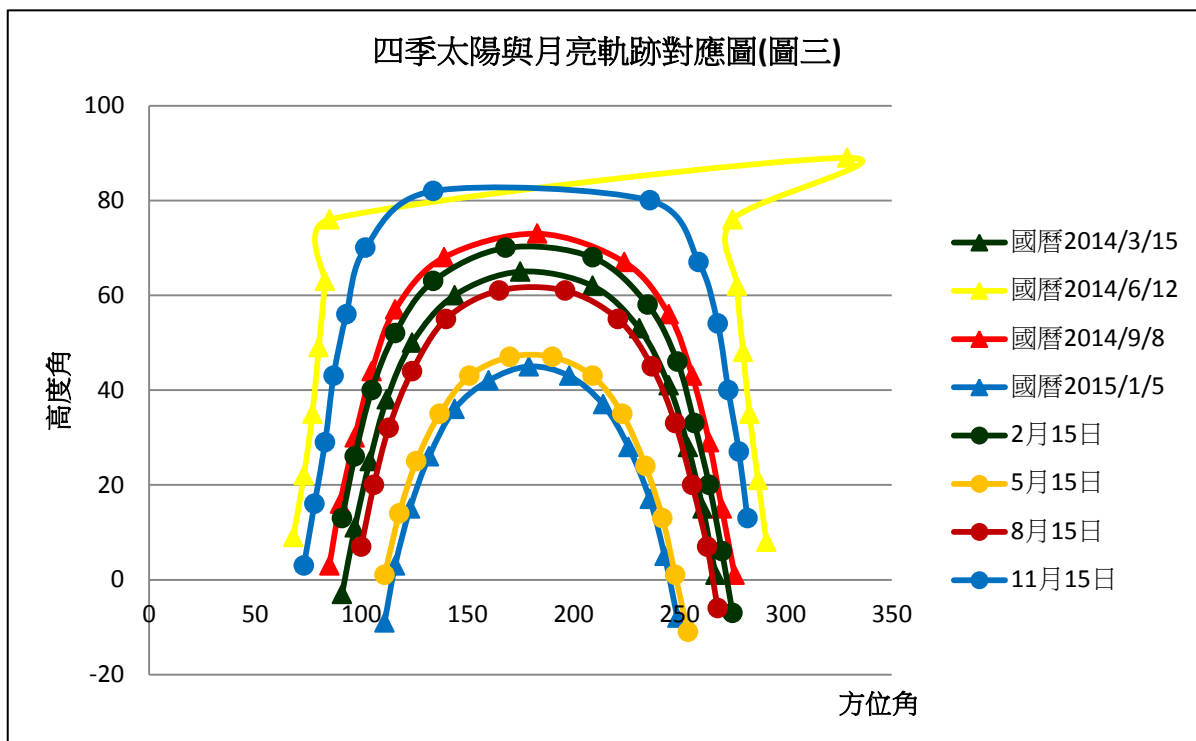
(三) 實驗記錄：

1. 月亮農曆 2/15、5/15、8/15、11/15 對應國曆四季 3/15(接近春分)、6/12(接近夏至)、9/8(接近秋分)、1/5(接近冬至)太陽方位角與高度角的數據資料：

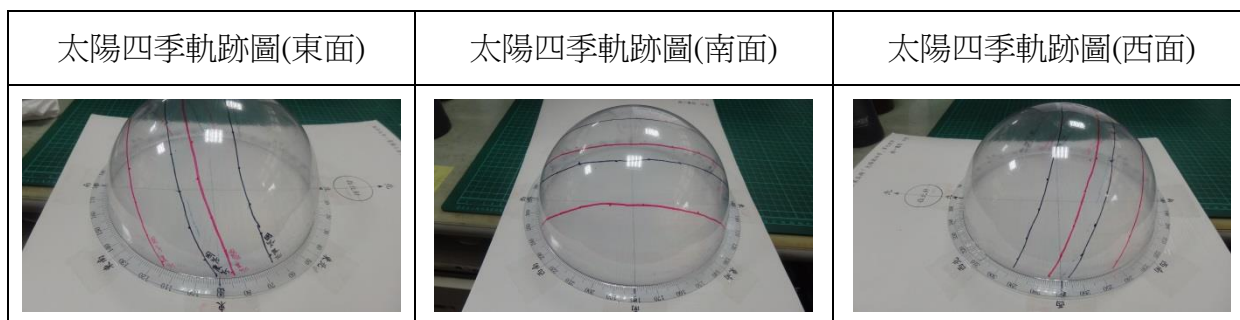
國曆	農曆	時間	6 時	8 時	10 時	12 時	14 時	16 時	18 時
3/15	2/15	方位角	91	104	124	175	231	254	267
		高度角	-3	25	50	65	53	28	1
6/12	5/15	方位角	68	77	83	329	277	283	291
		高度角	9	35	63	89	62	35	8
9/8	8/15	方位角	85	97	116	183	245	264	276
		高度角	3	30	57	73	56	29	1

1/5	11/15	方位角	111	123	144	179	214	236	249
		高度角	-9	15	36	45	37	17	-8

2. 太陽與月亮四季方位角與高度角軌跡圖：(圖三)



3. 太陽四季軌跡圖：(圖四)



(四) 實驗結果：

1. 比較太陽四季 3/15(春季)、6/12(夏季)、9/8(秋季)、1/5(冬季)軌跡與月亮農曆 2/15、5/15、8/15、11/15 軌跡變化(圖三)。
2. 2014 年春季、秋季，太陽與滿月的軌跡距離接近，表示有可能會發生月食。
3. 2014 年夏季、冬季，太陽與滿月的軌跡距離分開，表示不會發生月食。
4. 2014 年月食發生日期：國曆 4/15 農曆 3/16(春季)、國曆 10/08 農曆 9/15(秋季)。

研究六：蒐集近 30 年月食的資料，探究分析月食發生的規律性。

(一) 實驗器材：天文年鑑、電腦、網路資料、圖表。

(二) 實驗步驟：

1. 彙整 2001 年-2030 年(近 30 年) 月食發生的數據資料。
2. 月食包含：月全食、月偏食、半影月食等。
3. 製作成圖表，觀察其變化情形並找出規律性。

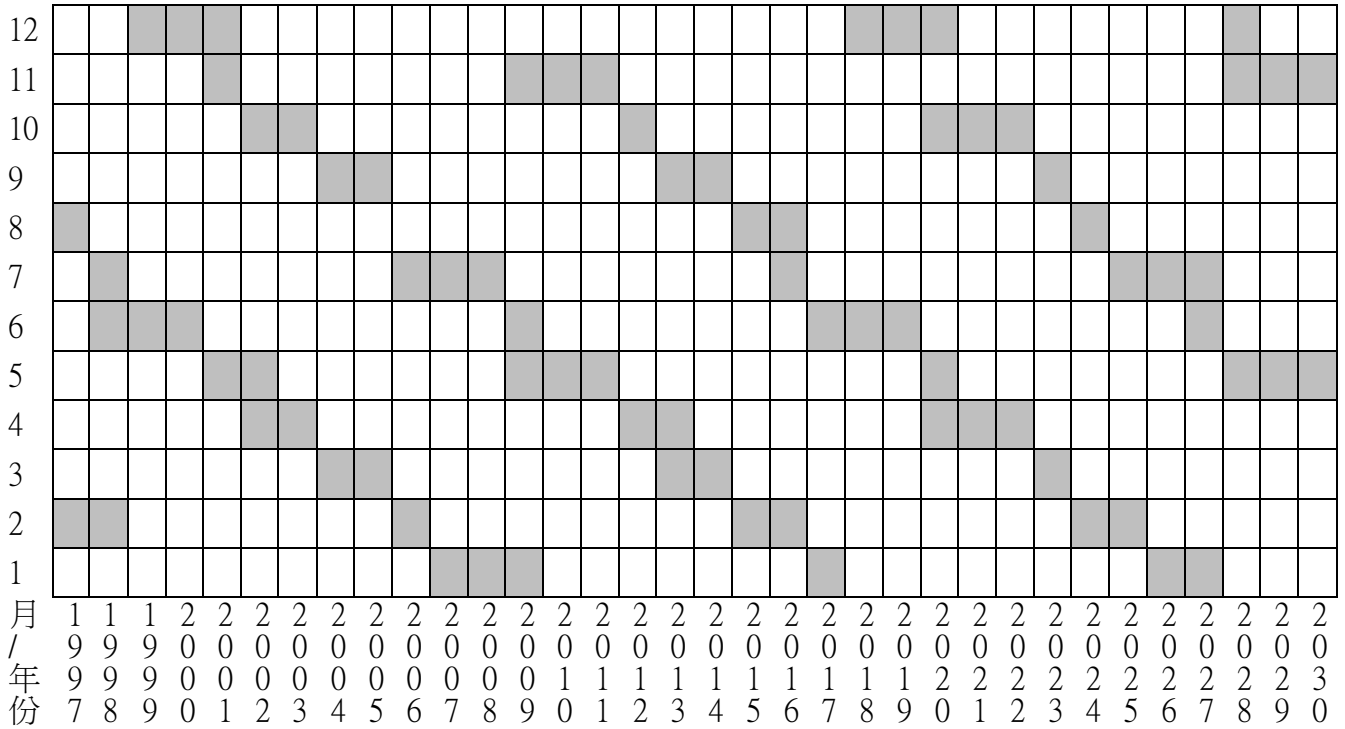
(三) 實驗記錄：

1. 資料彙整：

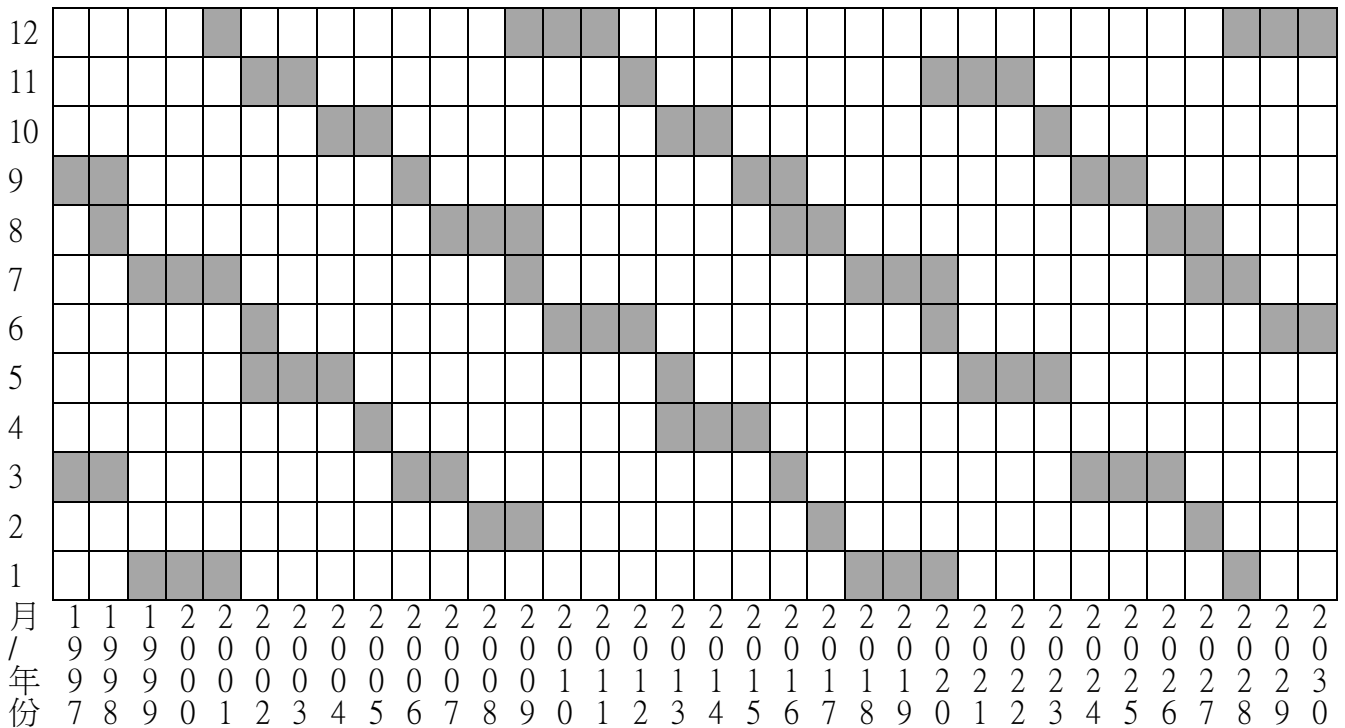
	發生日期			發生日期			發生日期	
年份	國曆	農曆	年份	國曆	農曆	年份	國曆	農曆
2001	1/9	12/15	2011	6/15	5/14	2021	5/26	4/15
	7/5	5/15		12/10	11/16		11/19	10/15
	12/30	11/16						
2002	5/26	4/15	2012	6/4	4/15	2022	5/16	4/16
	6/24	5/14		11/28	10/15		11/8	10/15
	11/20	10/16						
2003	5/16	4/16	2013	4/25	3/16	2023	5/5	3/16
	11/9	10/16		5/25	4/16		10/28	9/14
				10/18	9/14			
2004	5/4	3/16	2014	4/15	3/16	2024	3/25	2/16
	10/28	9/15		10/8	9/15		9/18	8/16
2005	4/24	3/16	2015	4/4	2/16	2025	3/14	2/15
	10/17	9/15		9/28	8/16		9/7	7/16
2006	3/14	2/15	2016	3/23	2/15	2026	3/3	1/15
	9/7	7/15		8/18	7/16		8/28	7/16
				9/17	8/17			
2007	3/3	1/14	2017	2/11	1/15	2027	2/20	1/15
	8/28	7/16		8/7	6/16		7/18	6/15
						8/17	7/16	
2008	2/21	1/15	2018	1/31	12/15	2028	1/12	12/16
	8/16	7/16		7/27	6/15		7/6	5/14
							12/31	11/16
2009	2/9	1/15	2019	1/21	12/16	2029	6/26	5/15
	7/7	5/15		7/17	6/15		12/20	11/16

	8/6 12/31	6/16 11/16						
2010	6/26 12/21	5/15 11/16	2020	1/11 6/6 7/5 11/30	12/17 4/15 5/15 10/16	2030	6/15 12/9	5/15 11/15

2. 近 30 年發生月食的農曆日期一覽圖：



3. 近 30 年發生月食的國曆日期一覽圖：



(四) 實驗結果：

1. 月食會發生在滿月期間，即農曆 14、15、16 日。
2. 每年至少發生 2 次月食，於 2009 年、2020 年最多發生 4 日。
3. 月食發生日期每經歷 2-3 年會提前 1 個月發生。
4. 1999-2018、2009-2028，約 11 年會出現類似的階梯變化圖，每一階梯變化圖為期約 19 年。
5. 近 30 年間(2001-2030)，每個月均有可能發生月食，推測月亮的公轉軌道會擺動，導致黃道與白道的相交點會隨著時間而有所差異。

伍、討論

- 一、我們在四年級自然課學過月亮單元，知道如何觀測月亮位置及 1 個月的月相變化的原理，在探究布農族版曆時發現，布農族的祭典會觀察滿月的情形來舉辦，進而讓學生探究發生滿月時可以會造成地球哪些影響？討論後發現可能會造成月食、滿潮等現象。這是我們不了解的部分，所以進一步想要進行探究。
- 二、我們對月食的成因不是很了解，透過模擬體驗活動，讓我們知道日地月的位置關係，發現只有當太陽、地球、月亮呈一直線時，才會發生月食。模擬的過程，有些人的空間概念不夠完備，需要老師多次的模擬與解釋，才能讓大家都理解。
- 三、我們學習使用 stellarium 天文模擬軟體，因為不是家家都有電腦與網路，所以我們只能利用在學校的時間使用，熟悉介面花了很多時間，從軟體中蒐集月亮、太陽的方位角與高度角的資料，再繪製到半天球模型上，觀察月亮與太陽運行的軌跡與關係，這方面需要老師很多的指導，並協助我們判讀資訊，才可以了解星體彼此間的關係。
- 四、分析近 30 年間的資料，需要蒐尋資料，最後將這些資料轉錄成圖表時，我們試了幾種方法，最後用實驗紀錄的圖表呈現，發現了一些規則，但是因為資料數據不夠大，只能推測其結果。至於為何有此規則性，我們也很難去做解釋。

陸、結論

- 一、布農族人採太陰曆法，祭儀與狩獵活動都會在滿月期間進行。

- 二、 月亮被太陽照到的部分為亮面，可以被我們看見，隨著月亮的位置改變，月相也跟著改變。
- 三、 模擬時，當太陽、地球、月亮呈一直線，會發生月食，發生在滿月(望)。
- 四、 受地球自轉與傾斜影響，月亮每日由東方升起、西方落下，每日運行軌跡具規律性移動。
- 五、 月亮當日升起位置較前日晚，兩日位置間隔約 15 度，表示月亮每日出現(升起)時間晚約 15 度，即約 1 小時。
- 六、 月食會發生在滿月期間，約 11 年會出現類似的階梯變化圖，每一階梯變化圖為期約 19 年。
- 七、 近 30 年間(2001-2030)，每個月均有可能發生月食，推測月亮的公轉軌道會擺動，導致黃道與白道的相交點會隨著時間而有所差異。

柒、參考資料及其他

- 一、 臺北市立天文科學教育館·天文年鑑·台北市：臺北市立天文科學教育館。
- 二、 史家瑩(2013)·自然與生活科技教師手冊(第三冊)·台南市：翰林。
- 三、 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會作品說明書·080502 太陽打從西邊出來？-地球與金星上太陽在空中位置變化的情形。
- 四、 網路資料：
 - (一) 不僅僅塗鴉-淺談布農族版曆
<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2013/03/2013033100142545.pdf>
 - (二) 原民會文獻-傳說與月亮的約定 <http://ihc.apc.gov.tw/Journals.php?pid=621&id=778>
 - (三) 鄉土教材-桃源鄉 <http://content.edu.tw/local/kaushoun/chaukong/country/tauryaum.htm>
 - (四) 維基百科-21 世紀月食列表
<http://zh.wikipedia.org/wiki/21%E4%B8%96%E7%B4%80%E6%9C%88%E9%A3%9F%E5%88%97%E8%A1%A8>