
月亮移動路徑之探討

陳藝珍^{1*} 毛河泉²

¹臺南市立大橋國民小學

²臺南市立五王國民小學

壹、研究動機

筆者研究國小自然與生活科技領域關於天文類的主題課程內容發現，關於月亮主題學習課程的內容主要有兩個，一是學習月亮仰角和方位的觀測、二是藉由觀察發現，農曆每個月的月亮有圓缺的規律變化；關於太陽主題的學習有三個，一是太陽方位和仰角測量，二是觀察一天以及一年中，太陽在天空中的移動路徑變化，三是古代計時工具介紹；關於星星主題的學習有二，一是觀察星星有東升西落的移動現象，並學習操作星象盤，二是知道四季的星空變化，並會運用北斗七星和仙后座來尋找北極星的方法。

月亮主題的學習放在國小四年級，太陽和星星的學習則是在五年級。因為學習階段不同，因此月亮的學習內容主要是觀察月相的規律變化，不像太陽主題的學習內容，包含了一年中太陽在天空中的路徑變化軌跡繪製。筆者想讓國小四年級學生知道，對於離我們最近的月亮，其移動路徑是否和太陽一樣，與四季有關？其規律性又是如何？

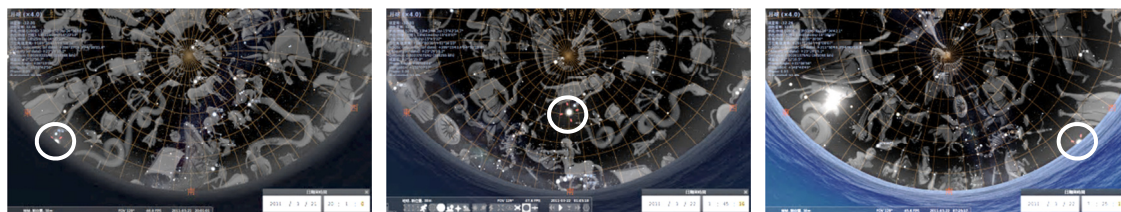
筆者運用 Stellarium 星空模擬軟體以及搭配月出月沒時刻表，指導學生先觀察月亮移動路徑，將相關數據繪成曲線或折線圖方式，讓學生透過圖示資料歸納月亮在天空中的移動路徑之變化。

貳、研究內容及討論

一、月亮移動路徑與四季變化

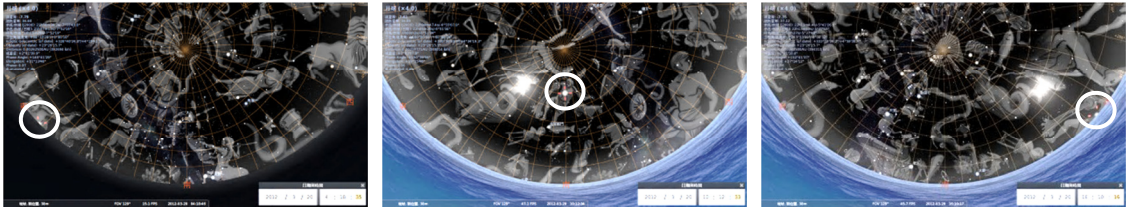
觀察者在台南，比較 2011 年和 2012 年的春分、夏至、秋分及冬至當天的月出月沒方位及月中天仰角如下圖示：

- 2011/03/21 春分：月出方位 105.月中天仰角 57S.月沒方位 258

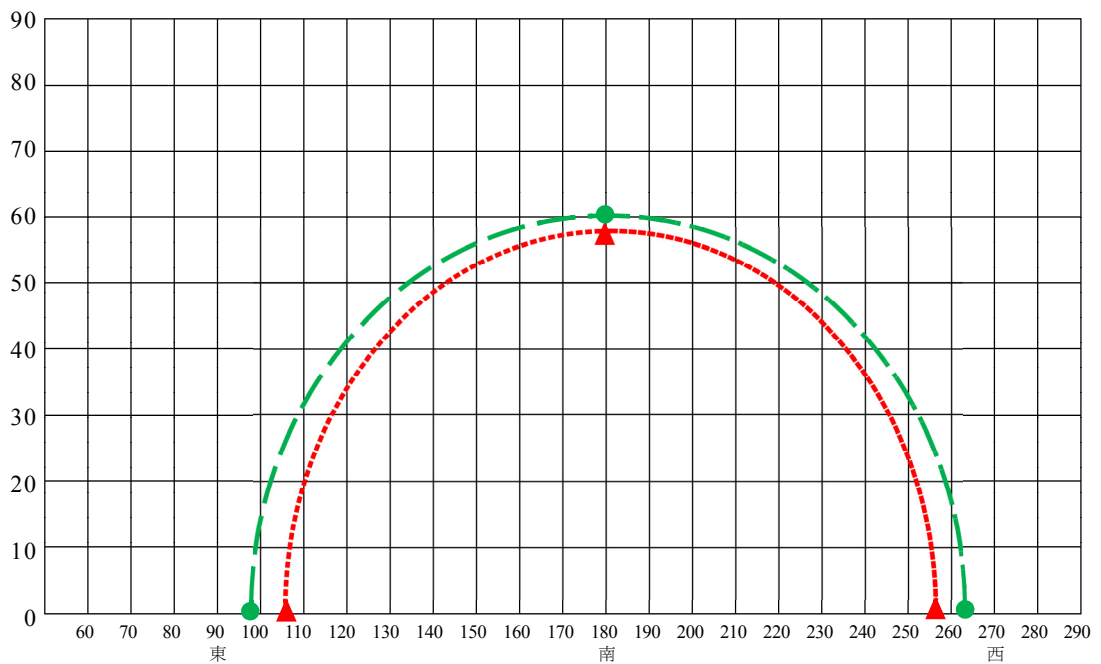


*為本文通訊作者

- 2012/03/20 春分：月出方位 98.月中天仰角 60S.月沒方位 264

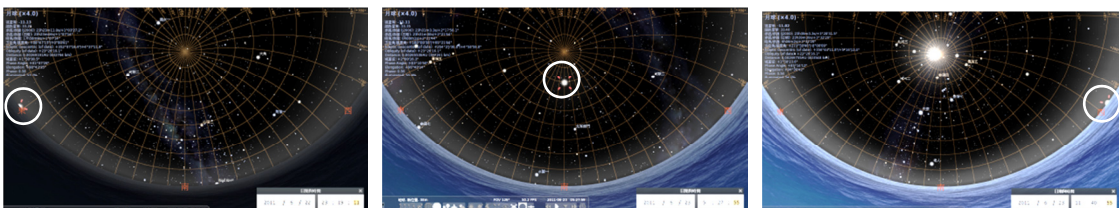


(1) 將 2011.2012 年春分日當天月亮路徑轉化成曲線圖如下：

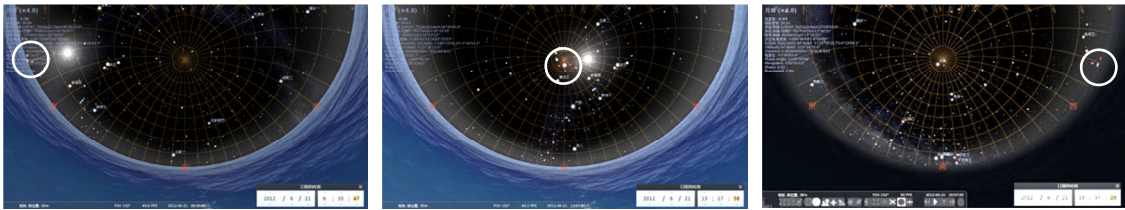


- ▲ 代表 2011 年的春分日當天月亮移動路徑
- 代表 2012 年的春分日當天月亮移動路徑

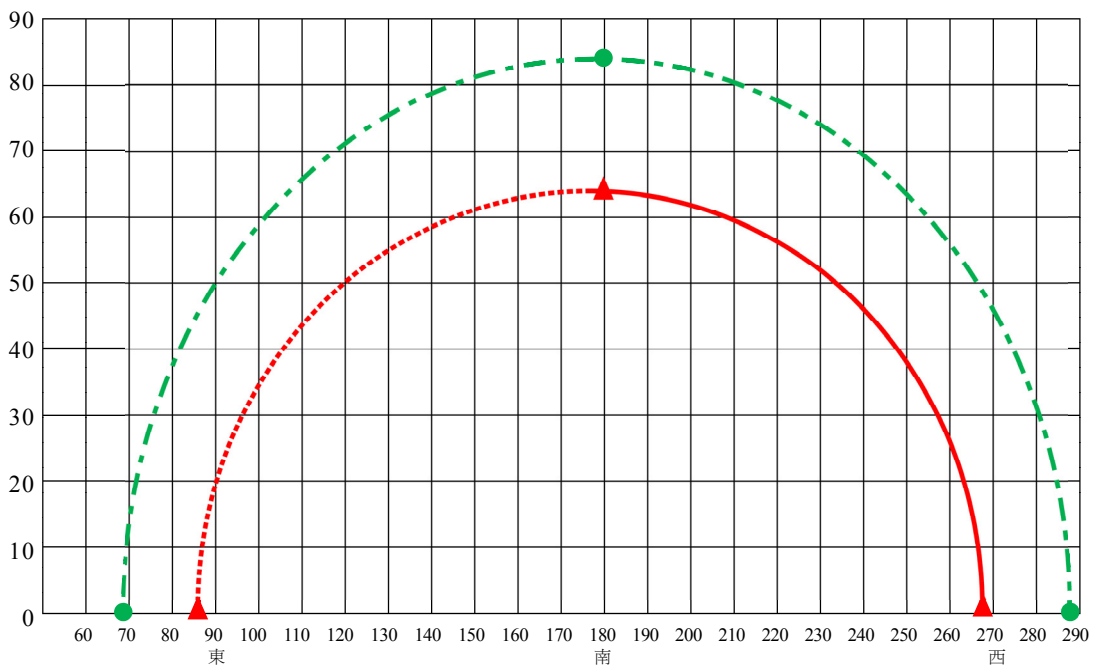
- 2011/06/22 夏至：月出方位 88.月中天仰角 64S.月沒方位 269



- 2012/06/21 夏至：月出方位 69.月中天仰角 86S.月沒方位 289

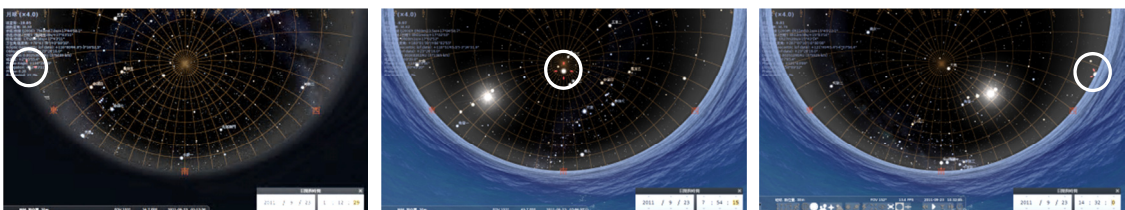


(2) 將 2011.2012 年夏至當天月亮路徑轉化成曲線圖如下：

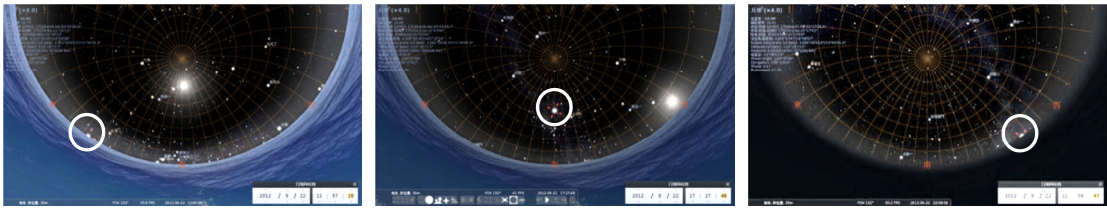


- ▲ 代表 2011 年的夏至日當天月亮移動路徑
- 代表 2012 年的夏至日當天月亮移動路徑

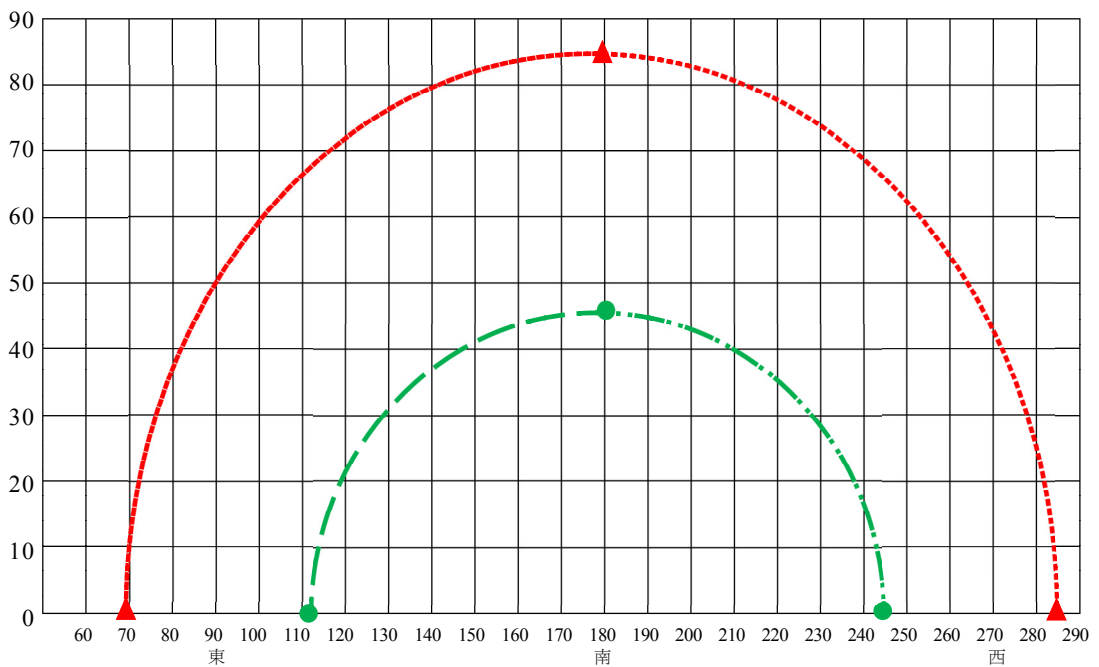
- 2011/09/23 秋分：月出方位 70.月中天仰角 84S.月沒方位 287



- 2012/09/22 秋分：月出方位 113.月中天仰角 45S.月沒方位 247



(3) 將 2011.2012 年秋分當天月亮路徑轉化成曲線圖如下：

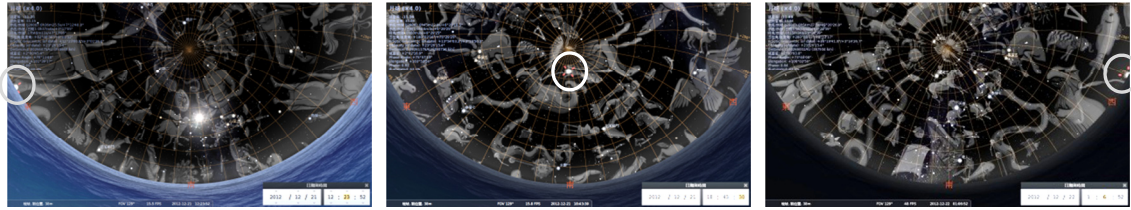


- ▲ 代表 2011 年的秋分日當天月亮移動路徑
- 代表 2012 年的秋分日當天月亮移動路徑

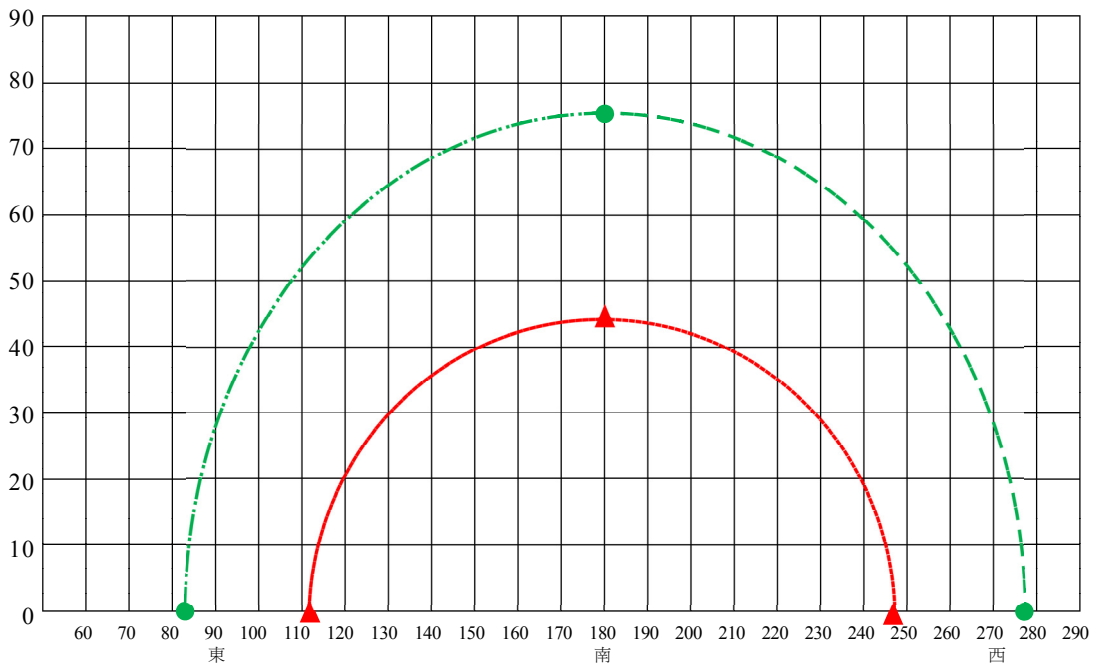
- 2011/12/22 冬至：月出方位 112.月中天仰角 46S.月沒方位 247



- 2012/12/21 冬至:月出方位 82.月中天仰角 76S.月沒方位 276



(4) 將 2011.2012 年冬至當天月亮路徑轉化成曲線圖如下：



▲ 代表 2011 年的冬至日當天月亮移動路徑

● 代表 2012 年的冬至日當天月亮移動路徑

(5) 討論與發現:由以上四個日子的曲線圖變化可以知道，同樣是春分、夏至、秋分及冬至，月亮出沒方位及月中天仰角路徑並不一致。因此我們可以推論，月亮在天空中移動路徑的變化與四季無關。

二、觀察連續三個月的月亮移動路徑變化

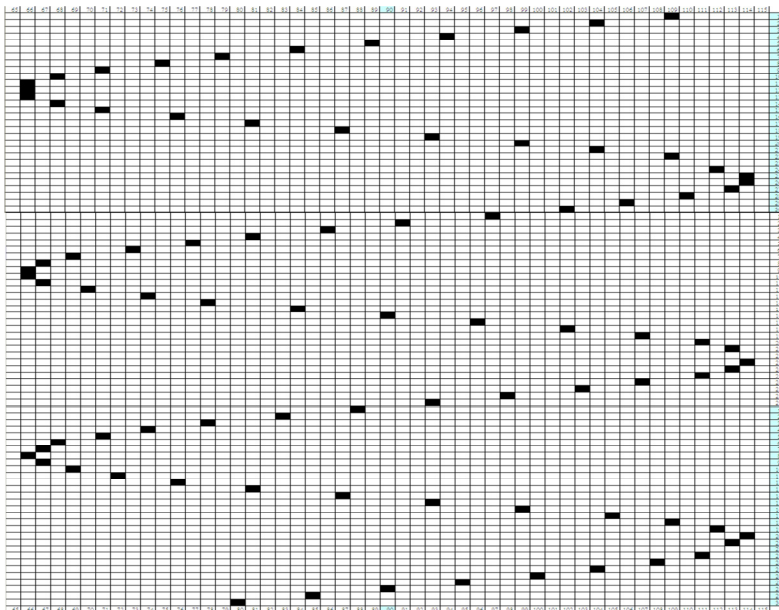
(一) 將 2012 年農曆 1~3 月的月出、月沒方位和月中天仰角數據轉化成折線圖，觀察是否具有規律性變化。

1. 月出方位表及折線圖

(1) 農曆 1~3 月--月出方位表

1 月	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
方位	109	104	99	94	89	84	79	75	71	68	66	66	66	68	71
1 月	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
方位	76	81	87	93	99	104	109		112	114	114	113	110	106	102
2 月	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
方位	97	91	86	81	77	73	69	67	66	66	67	70	74	78	84
2 月	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
方位	90	96	102	107	111	113		114	113	111	107	103	98	93	
3 月	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
方位	88	83	78	74	71	68	67	66	67	69	72	76	81	87	93
3 月	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
方位	99	105	109	112	114	113		111	108	104	100	95	90	85	80

(2) 農曆 1~3 月--月出方位變化折線圖



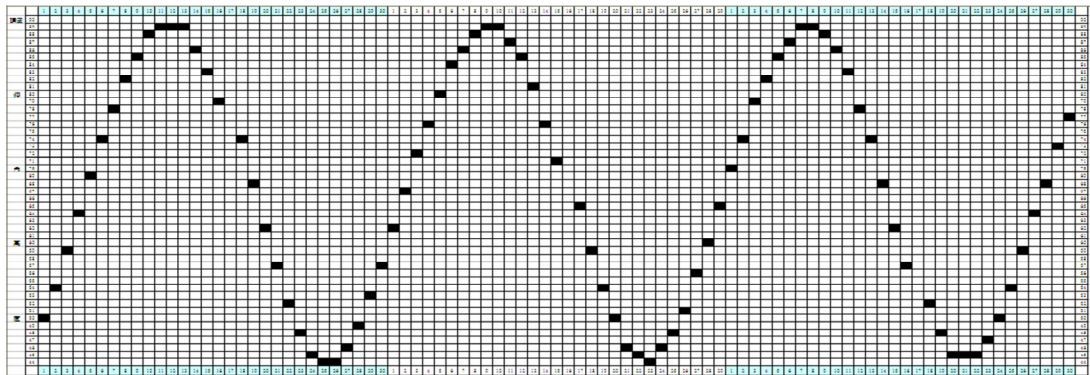
(3) 討論與發現：從數據與折線圖可以發現，月出方位有一定的擺盪範圍，原則上會在方位 66~114 度之間。

2. 月中天仰角表及折線圖表

(1) 農曆 1~3 月--月中天仰角表

1 月	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
仰角 S	50	54	59	64	69	74	78	82	85	88	89	89	89	86	83
1 月	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
仰角 S	79		74	68	62	57	52	48	45	44	44	46	49	53	57
2 月	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
仰角 S	62	67	72	76	80	84	86	88	89	89	87	85	81	76	71
2 月	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
仰角 S		65	59	54	50	46	45	44	46	48	51	56	60	65	
3 月	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
仰角 S	70	74	79	82	85	87	89	89	88	86	83	78	74	68	62
3 月	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
仰角 S	57		52	48	45	45	45	47	50	54	59	64	68	73	77

(2) 農曆 1~3 月--月中天仰角變化折線圖



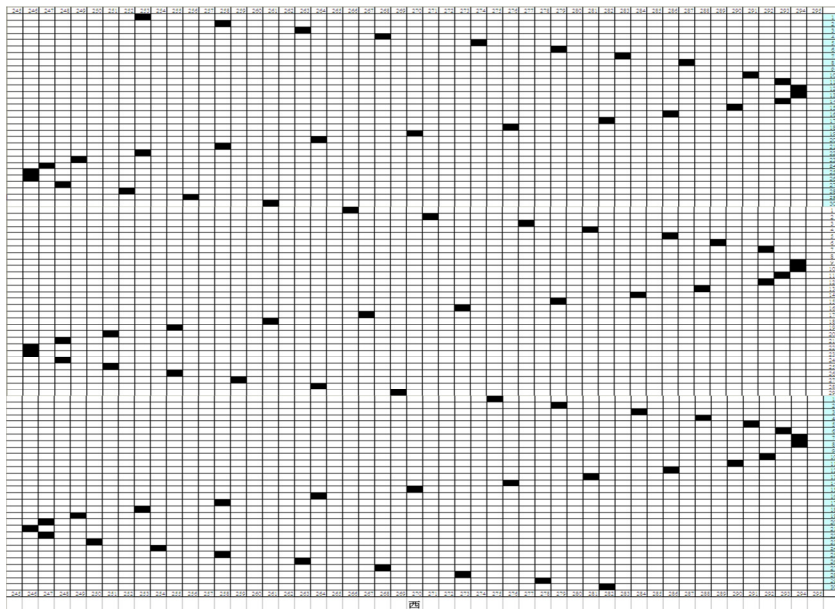
(3) 討論與發現：從數據及折線圖可以發現，月中天仰角高低變化有一定的範圍，原則上會在高度角 44~89S 度之間成規律性上下移動。

3. 月沒方位表及折線圖

(1) 農曆 1~3 月--月沒方位表

1 月	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
方位	253	258	263	268	274	279	283	287		291	293	294	294	293	290
1 月	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
方位	286	282	276	270	264	258	253	249	247	246	246	248	252	256	261
2 月	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
方位	266	271	277	281	286	289	292		294	294	293	292	288	284	279
2 月	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
方位	273	267	261	255	251	248	246	246	248	251	255	259	264	269	
3 月	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
方位	275	279	284	288	291	293	294	294		292	290	286	281	276	270
3 月	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
方位	264	258	253	249	247	246	247	250	254	258	263	268	273	278	282

(2) 農曆 1~3 月--月出方位變化折線圖



(3) 討論與發現：從折線圖可以發現，月沒方位也是有一定的擺盪範圍，原則上會在方位 244~294 度之間。

(二) 歸納發現：

1. 同一種月相，並沒有固定相同的移動路徑，例如農曆 1 月 15 日的月出方位是 71 度，農曆 2 月 15 日的月出方位則是 84 度。

2. 月亮會在方位 66~114 度之間從東方升起，月中天的仰角高度在 44S~89S 度之間，在方位 244~294 度之間向西方落下。
3. 月亮移動路徑會有規律性，從東偏向最北方再回到東偏向最北方的時間大約是 25~28 天不等，但是來回的移動路線不會完全一致。

三、觀察連續三年的月亮移動路徑變化

根據 2010~2012 連續三個農曆年的所有月出、月沒方位和月中天仰角數據，比較其變化與 2012 年連續 3 個月的歸納有無相同或相異處。

(一) 根據連續三年的數據發現，月出、月沒方位和月中天仰角變化呈現規律擺盪：

1. 月出方位在 62~118 度之間比 2012 年連續 3 個月的範圍廣。
2. 月中天仰角在 41S~87N 之間移動，最高仰角高度超過面向南方頂空的 90 度，偏向北方天空。
3. 月沒方位在 242~298 度之間，比 2012 年連續 3 個月的範圍廣。

(二) 觀察其數據發現，當月出方位在東偏最北方時，其月中天的仰角高度通常會最高，月沒的方位也會在西偏最北方。例如 2010 年農曆 1 月 10 日那天，月出方位角 62 度(東偏最北方)，月中天仰角在 87N(超過面向南方頂空的 90 度偏北方天空)，月沒方位角 298 度(西偏最北方)。

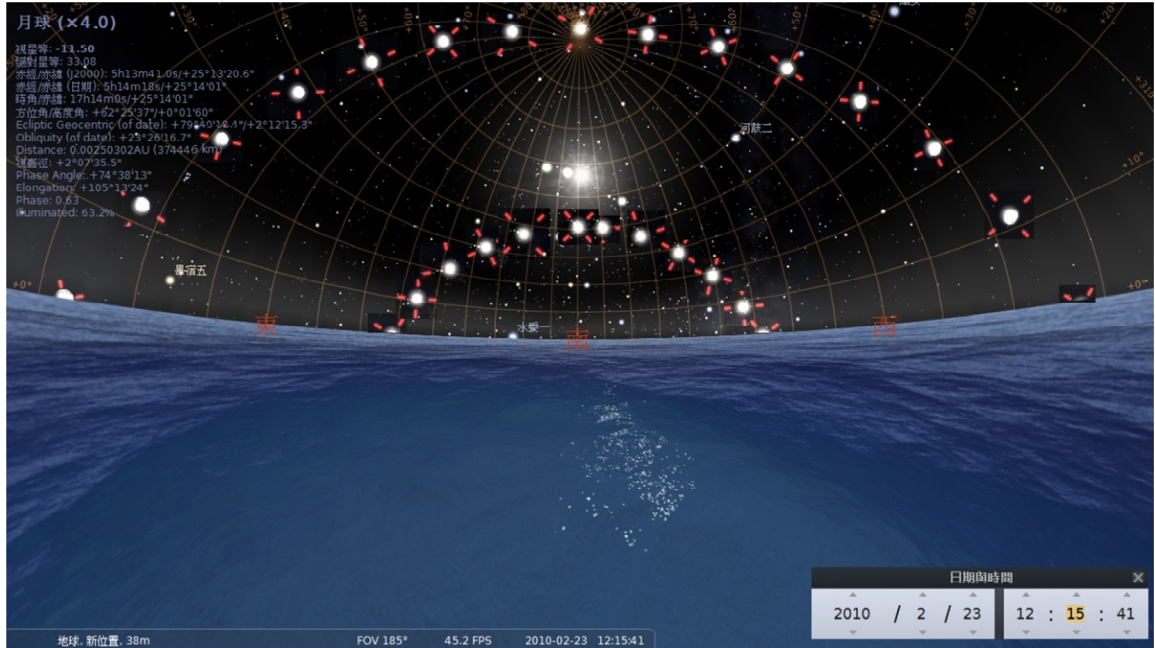
(三) 觀察其數據發現，當月出方位在東偏最南方時，其月中天的仰角高度通常會最低，月沒的方位也會在西偏最南方。例如 2010 年農曆 1 月 23 日那天，月出方位角 118 度(東偏最南方)，月中天仰角在 41S(最低仰角)，月沒方位角 242 度(西偏最南方)。如上述發現，筆者運用 *Stellarium* 星空模擬軟體，將連續三個農曆年月亮移動路徑範圍表現如下圖所示。

參、結語

透過上述研究可以知道，月亮在天空中東升、西落以及最高仰角的路徑和太陽一樣具有規律性的移動，只不過月亮移動的規律變化與季節無關，其擺盪週期周期大約介於 25~28 天不等，而且同一種月相的東升、西落方位並不固定。透過本主題之探討可以知道，除了月相有規律性的變化之外，月亮移動路徑也一樣具有規律性變化，又因為月中天最高仰角大都出現在面向南邊的天空，因此說明為何在做月亮觀測時，老師告訴學生之所以要面向南方天空的原因。

未來在時間允許的情況下，也可以嘗試做長達十年以上，甚至二十、三十年的觀察，或許可以找出更為精準的移動路徑之規律變化。筆者運用 *Stellarium* 軟體，將月亮移動

模擬圖做成連續播放的簡報，使學生透過月出方位、月中天仰角以及月沒方位移動變化的簡報動畫播放，更能體會月亮移動路徑之規律變化。上述輔助教學資源放在台南市學習資源網(<http://163.26.1.53/content/>)，歡迎有興趣的老師下載使用。



肆、參考資料

Stellarium 軟體

月出月沒時刻表 <http://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/astronomy/moonrise/moonrise.htm>