

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：數學科

組 別：國小組

作品名稱：元宵乞龜樂～擲茭機率之探究

關 鍵 詞：乞龜、擲茭、機率。

編 號：

目 錄

	頁次
壹、摘要.....	3
貳、研究動機.....	3
參、研究目的.....	3
肆、研究設備及器材.....	4
伍、研究過程.....	4
一、名詞定義.....	4
(一)擲茭結果的類型.....	4
(二)機率.....	4
二、試驗設計.....	4
三、試驗步驟.....	7
陸、研究結果.....	7
一、56種擲茭試驗結果次數分配.....	7
二、56種擲茭試驗結果機率分配.....	9
三、試驗結果分析與比較.....	10
(一)比較不同「材質」的茭對擲茭機率的影響.....	11
(二)比較不同「大小」的茭對擲茭機率的影響.....	12
(三)比較擲茭時不同的「高度」對擲茭機率的影響.....	13
(四)比較擲茭時不同的「擺法」對擲茭機率的影響.....	14
(五)找出較佳策略以贏得擲茭比賽.....	15
柒、討論.....	19
捌、結論.....	21
玖、參考資料.....	22

表目次

	頁次
表 1: 研究設備器材一覽表.....	4
表 2: 56 種試驗種類的內容說明及試驗種類編號表.....	6
表 3: 56 種擲茭試驗結果的次數分配表.....	7
表 4: 56 種擲茭試驗結果的機率分配表.....	9
表 5-1: 不同材質的茭出現聖茭機率的比較表.....	11
表 5-2: 不同大小的茭出現聖茭機率的比較表.....	12
表 5-3: 擲茭時不同的高度出現聖茭機率的比較表.....	13
表 5-4: 擲茭時不同的擺法出現聖茭機率的比較表.....	14
表 5-5-1: 木質*大時出現聖茭機率的比較表.....	15
表 5-5-2: 木質*小時出現聖茭機率的比較表.....	16
表 5-5-3: 竹頭*大時出現聖茭機率的比較表.....	17
表 5-5-4: 竹頭*小時出現聖茭機率的比較表.....	18
表 6: 第 1 種試驗不同試驗次數的機率分配比較表.....	19
表 7: 不同試驗者擲茭結果類型次數與機率分配的比較表.....	20

圖目次

	頁次
圖 1: 七種擺法的照片.....	5
圖 2-1: 不同材質的茭出現聖茭機率的比較直條圖.....	11
圖 2-2: 不同大小的茭出現聖茭機率的比較直條圖.....	12
圖 2-3: 擲茭時不同的高度出現聖茭機率的比較直條圖.....	13
圖 2-4: 擲茭時不同的擺法出現聖茭機率的比較直條圖.....	14
圖 3-1: 木質*大時出現聖茭機率的比較直條圖.....	15
圖 3-2: 木質*小時出現聖茭機率的比較直條圖.....	16
圖 3-3: 竹頭*大時出現聖茭機率的比較直條圖.....	17
圖 3-4: 竹頭*小時出現聖茭機率的比較直條圖.....	18
圖 4: 不同試驗者擲茭結果類型機率分配的比較直條圖.....	20

元宵乞龜樂～擲茭機率之探究

壹、摘要

研究茭的材質和大小，及擲茭時的高度和擺法這四個因素對出現聖茭機率的影響，並找出擲茭比賽時較佳贏的策略。就個別試驗的組合而言，沒有一個因素的分類能絕對的優於其它分類；若以每一種因素分類的整體平均機率來看，木質優於竹頭，大的茭優於小的茭，70 和 120 公分的高度沒有差異，平面皆向上且並排的擺法則優於其它 6 種擺法。較佳贏的策略為：條件為木質*大→選擇的高度為 70 公分，擺法為平面皆向上且並排；條件為木質*小→選擇的高度為 120 公分，擺法為平面皆向上且並排；條件為竹頭*大→選擇的高度為 120 公分，擺法為平面左右相合且一角向上一角向下；條件為竹頭*小→選擇的高度為 70 公分，擺法為平面一上一下且並排。

貳、研究動機

「表哥，你怎麼拿著兩個銅板一直丟？」我們現在數學（康軒版數學第十一冊第十一單元：簡單的機率）正在學習機率，我在做丟擲錢幣的試驗，還要觀察並記錄結果。」好像很有趣，這和我們廟裡的擲茭好像很像耶。」對啊！等到一年一度的元宵節，擲茭乞龜活動就會很熱鬧喔！」

乞龜活動一直是澎湖元宵節民俗活動的重頭戲，在元宵節的這一段時間裡，澎湖的大小廟宇，隨處可見善男信女們專心一意的乞龜景象，好不熱鬧。然而隨著社會環境的變遷，乞龜的目的亦從原先乞求吉祥物以求得神明的保佑，漸漸的演變為同時為了得到價值不菲的獎品。最後決定神明是否賜福與獎落誰家的方式不外乎以擲茭來決定，我們可以看見不管是大人或小孩，每個人以各種方式來進行擲茭的動作，以求得「聖茭」令人好奇的是得獎者是否真是神明屬意，或只是運氣好，還是有其它因素會影響擲茭的結果（機率）相當令人好奇！

參、研究目的

影響擲茭機率的因素有很多，我們將焦點集中在「直接」影響擲茭機率的因素。我們將其歸納為來自於「茭本身」和「人的擲法」兩大類，所以我們想要探究「茭的材質」、茭的大小、擲茭時的高度」以及「擲茭時的擺法」這四個因素對擲茭機率的影響並進行試驗，再加上希望能贏得擲茭比賽，因此我們共發展出五個目的：

- 一、比較不同「材質」的茭對擲茭機率的影響。
- 二、比較不同「大小」的茭對擲茭機率的影響。
- 三、比較擲茭時不同的「高度」對擲茭機率的影響。
- 四、比較擲茭時不同的「擺法」對擲茭機率的影響。
- 五、找出較佳策略以贏得擲茭比賽。

肆、研究設備及器材

項目編號	實驗設備器材名稱	數量
1	木質菱（大） 135 公克	1 副
2	木質菱（小） 55 公克	1 副
3	竹頭菱（大） 165 公克	1 副
4	竹頭菱（小） 25 公克	1 副
5	捲尺	1 個
6	計數器	2 個
7	毛線	適長

表 1：研究設備器材一覽表

伍、研究過程

一、名詞定義

在進行試驗之前，將名詞定義如下：

（一）擲菱結果的類型

一個菱可以分為凸面和平面兩面，我們定義凸面朝上為正面，平面朝上為反面，則擲一副菱的結果類型有以下三種：

1. 聖菱：一正一反。
2. 陰菱：兩正。
3. 笑菱：兩反。

（二）機率

是指某一結果類型出現的可能性，我們利用試驗結果的次數來計算某一結果類型出現的可能性，則某一結果類型的機率 = 某一結果類型出現的次數 ÷ 總次數。

1. 聖菱的機率 = 聖菱出現的次數 ÷ 總次數。
2. 陰菱的機率 = 陰菱出現的次數 ÷ 總次數。
3. 笑菱的機率 = 笑菱出現的次數 ÷ 總次數。

二、試驗設計

- （一）菱的材質：分「木質」和「竹頭」兩種。
- （二）菱的大小：分「大」和「小」兩種。
- （三）擲菱時的高度：分距地面「70 公分」和「120 公分」兩種。
- （四）擲菱時的擺法：分「七種」：
 - 1.A：平面皆向下且並排。
 - 2.B：平面皆向上且並排。
 - 3.C：平面一上一下且並排。
 - 4.D：平面上下相合。
 - 5.E：平面左右相合且兩角皆向上。
 - 6.F：平面左右相合且兩角皆向下。
 - 7.G：平面左右相合且一角向上一角向下。

擺法 A



擺法 B



擺法 C



擺法 D



擺法 E



擺法 F



擺法 G



圖 1：七種擺法的照片

綜合以上四個因素，我們共需進行「 $2 \times 2 \times 2 \times 7 = 56$ 」種試驗，每種試驗各重複進行 100 次，合計共需進行 5600 次擲筊，全部 56 種試驗類型的內容說明及試驗種類編號，如下表所示：

材質	大小	高度	擺法	試驗種類編號
木質	大	70 公分	平面皆向下且並排	1
			平面皆向上且並排	2
			平面一上一下且並排	3
			平面上下相合	4
			平面左右相合且兩角皆向上	5
			平面左右相合且兩角皆向下	6
			平面左右相合且一角向上一角向下	7
		120 公分	平面皆向下且並排	8
			平面皆向上且並排	9
			平面一上一下且並排	10
			平面上下相合	11
			平面左右相合且兩角皆向上	12
			平面左右相合且兩角皆向下	13
			平面左右相合且一角向上一角向下	14
	小	70 公分	平面皆向下且並排	15
			平面皆向上且並排	16
			平面一上一下且並排	17
			平面上下相合	18
			平面左右相合且兩角皆向上	19
			平面左右相合且兩角皆向下	20
			平面左右相合且一角向上一角向下	21
		120 公分	平面皆向下且並排	22
			平面皆向上且並排	23
			平面一上一下且並排	24
			平面上下相合	25
			平面左右相合且兩角皆向上	26
			平面左右相合且兩角皆向下	27
			平面左右相合且一角向上一角向下	28
竹頭	大	70 公分	平面皆向下且並排	29
			平面皆向上且並排	30
			平面一上一下且並排	31
			平面上下相合	32
			平面左右相合且兩角皆向上	33
			平面左右相合且兩角皆向下	34
			平面左右相合且一角向上一角向下	35
		120 公分	平面皆向下且並排	36
			平面皆向上且並排	37
			平面一上一下且並排	38
			平面上下相合	39
			平面左右相合且兩角皆向上	40
			平面左右相合且兩角皆向下	41

小	70 公分	平面左右相合且一角向上一角向下	42
		平面皆向下且並排	43
		平面皆向上且並排	44
		平面一上一下且並排	45
		平面上下相合	46
		平面左右相合且兩角皆向上	47
		平面左右相合且兩角皆向下	48
		平面左右相合且一角向上一角向下	49
	120 公分	平面皆向下且並排	50
		平面皆向上且並排	51
		平面一上一下且並排	52
		平面上下相合	53
		平面左右相合且兩角皆向上	54
		平面左右相合且兩角皆向下	55
		平面左右相合且一角向上一角向下	56

表 2：56 種試驗類型的內容說明及試驗種類編號表

三、試驗步驟

- (一) 用手將茭依規定高度及擺法平放。
- (二) 身體及手保持靜止不動。
- (三) 不施力的將手放開，讓茭自由落於地面上。
- (四) 按一次計數器。
- (五) 觀察擲茭結果的類型並記錄。
- (六) 同一種類的試驗重複操作 100 次（步驟（一）～（五））。
- (七) 以此過程（步驟（一）～（六））進行 56 種試驗。

陸、研究結果

一、56 種擲茭試驗結果的次數分配

試驗種類編號	聖茭次數	陰茭次數	笑茭次數	總次數
1	50	22	28	100
2	57	23	20	100
3	51	23	26	100
4	54	20	26	100
5	48	26	26	100
6	51	23	26	100
7	43	30	27	100
8	52	28	20	100
9	49	25	26	100
10	45	25	30	100
11	49	27	24	100
12	48	27	25	100
13	47	23	30	100

14	54	27	19	100
15	51	31	18	100
16	57	23	20	100
17	56	23	21	100
18	50	28	22	100
19	47	29	24	100
20	51	23	26	100
21	38	35	27	100
22	48	32	20	100
23	59	28	13	100
24	51	26	23	100
25	49	23	28	100
26	49	35	16	100
27	53	23	24	100
28	56	26	18	100
29	56	25	19	100
30	51	20	29	100
31	50	22	28	100
32	57	15	28	100
33	46	32	22	100
34	49	30	21	100
35	51	24	25	100
36	44	32	24	100
37	55	24	21	100
38	45	26	29	100
39	56	17	27	100
40	49	25	26	100
41	56	25	19	100
42	60	23	17	100
43	49	26	25	100
44	49	27	24	100
45	55	19	26	100
46	47	23	30	100
47	50	28	22	100
48	46	14	40	100
49	49	26	25	100
50	51	21	28	100
51	46	28	26	100
52	50	22	28	100
53	43	25	32	100
54	49	26	25	100
55	47	23	30	100
56	49	23	28	100
總次數	2818	1405	1377	5600

表 3：56 種擲菱試驗結果的次數分配表

二、56種擲茭試驗結果的機率分配

將表3的次數經計算轉換成下表的機率：

試驗種類編號	聖茭機率	陰茭機率	笑茭機率	總機率
1	0.50	0.22	0.28	1
2	0.57	0.23	0.20	1
3	0.51	0.23	0.26	1
4	0.54	0.20	0.26	1
5	0.48	0.26	0.26	1
6	0.51	0.23	0.26	1
7	0.43	0.30	0.27	1
8	0.52	0.28	0.20	1
9	0.49	0.25	0.26	1
10	0.45	0.25	0.30	1
11	0.49	0.27	0.24	1
12	0.48	0.27	0.25	1
13	0.47	0.23	0.30	1
14	0.54	0.27	0.19	1
15	0.51	0.31	0.18	1
16	0.57	0.23	0.20	1
17	0.56	0.23	0.21	1
18	0.50	0.28	0.22	1
19	0.47	0.29	0.24	1
20	0.51	0.23	0.26	1
21	0.38	0.35	0.27	1
22	0.48	0.32	0.20	1
23	0.59	0.28	0.13	1
24	0.51	0.26	0.23	1
25	0.49	0.23	0.28	1
26	0.49	0.35	0.16	1
27	0.53	0.23	0.24	1
28	0.56	0.26	0.18	1
29	0.56	0.25	0.19	1
30	0.51	0.20	0.29	1
31	0.50	0.22	0.28	1
32	0.57	0.15	0.28	1
33	0.46	0.32	0.22	1
34	0.49	0.30	0.21	1
35	0.51	0.24	0.25	1
36	0.44	0.32	0.24	1
37	0.55	0.24	0.21	1
38	0.45	0.26	0.29	1
39	0.56	0.17	0.27	1
40	0.49	0.25	0.26	1
41	0.56	0.25	0.19	1
42	0.60	0.23	0.17	1
43	0.49	0.26	0.25	1
44	0.49	0.27	0.24	1
45	0.55	0.19	0.26	1
46	0.47	0.23	0.30	1

47	0.50	0.28	0.22	1
48	0.46	0.14	0.40	1
49	0.49	0.26	0.25	1
50	0.51	0.21	0.28	1
51	0.46	0.28	0.26	1
52	0.50	0.22	0.28	1
53	0.43	0.25	0.32	1
54	0.49	0.26	0.25	1
55	0.47	0.23	0.30	1
56	0.49	0.23	0.28	1
平均機率	0.5032	0.2509	0.2459	1

表 4：56 種擲菱試驗結果的機率分配表

三、試驗結果分析與比較

擲菱是爲了獲得「聖菱」，所以我們以出現「聖菱的機率」來比較優劣：

(一) 比較不同「材質」的茭對擲茭機率的影響：

比較的試驗 種類編號	茭的材質		表現優者 (V) 無差異 (=)	
	木質	竹頭	木質	竹頭
1、29	0.50	0.56		V
2、30	0.57	0.51	V	
3、31	0.51	0.50	V	
4、32	0.54	0.57		V
5、33	0.48	0.46	V	
6、34	0.51	0.49	V	
7、35	0.43	0.51		V
8、36	0.52	0.44	V	
9、37	0.49	0.55		V
10、38	0.45	0.45	=	=
11、39	0.49	0.56		V
12、40	0.48	0.49		V
13、41	0.47	0.56		V
14、42	0.54	0.60		V
15、43	0.51	0.49	V	
16、44	0.57	0.49	V	
17、45	0.56	0.55	V	
18、46	0.50	0.47	V	
19、47	0.47	0.50		V
20、48	0.51	0.46	V	
21、49	0.38	0.49		V
22、50	0.48	0.51		V
23、51	0.59	0.46	V	
24、52	0.51	0.50	V	
25、53	0.49	0.43	V	
26、54	0.49	0.49	=	=
27、55	0.53	0.47	V	
28、56	0.56	0.49	V	
平均機率	0.5046	0.5018	V	

表 5-1：不同材質的茭出現聖茭機率的比較表

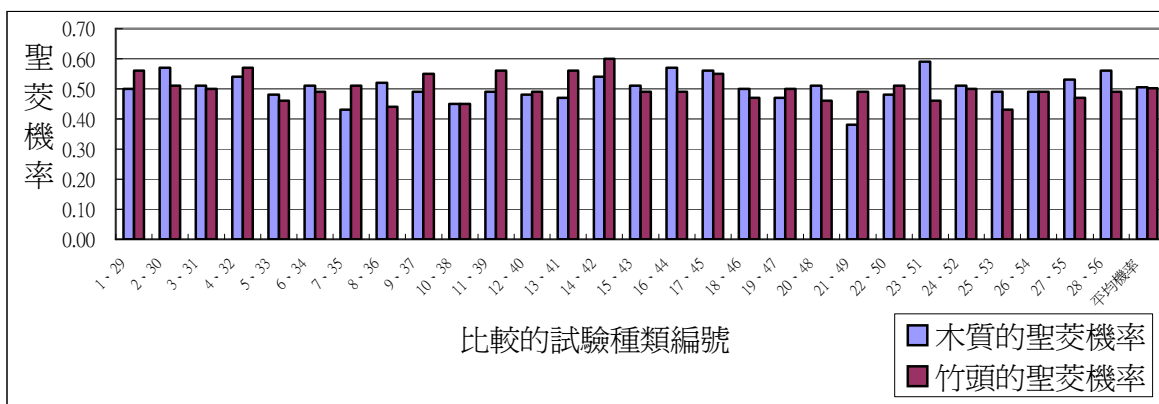


圖 2-1：不同材質的茭出現聖茭機率的比較直條圖

(二) 比較不同「大小」的菱對擲菱機率的影響：

比較的試驗 種類編號	菱的大小		表現優者 (V) 無差異 (=)	
	大	小	大	小
1、15	0.50	0.51		V
2、16	0.57	0.57	=	=
3、17	0.51	0.56		V
4、18	0.54	0.50	V	
5、19	0.48	0.47	V	
6、20	0.51	0.51	=	=
7、21	0.43	0.38	V	
8、22	0.52	0.48	V	
9、23	0.49	0.59		V
10、24	0.45	0.51		V
11、25	0.49	0.49	=	=
12、26	0.48	0.49		V
13、27	0.47	0.53		V
14、28	0.54	0.56		V
29、43	0.56	0.49	V	
30、44	0.51	0.49	V	
31、45	0.50	0.55		V
32、46	0.57	0.47	V	
33、47	0.46	0.50		V
34、48	0.49	0.46	V	
35、49	0.51	0.49	V	
36、50	0.44	0.51		V
37、51	0.55	0.46	V	
38、52	0.45	0.50		V
39、53	0.56	0.43	V	
40、54	0.49	0.49	=	=
41、55	0.56	0.47	V	
42、56	0.60	0.49	V	
平均機率	0.5082	0.4982	V	

表 5-2：不同大小的菱出現聖菱機率的比較表

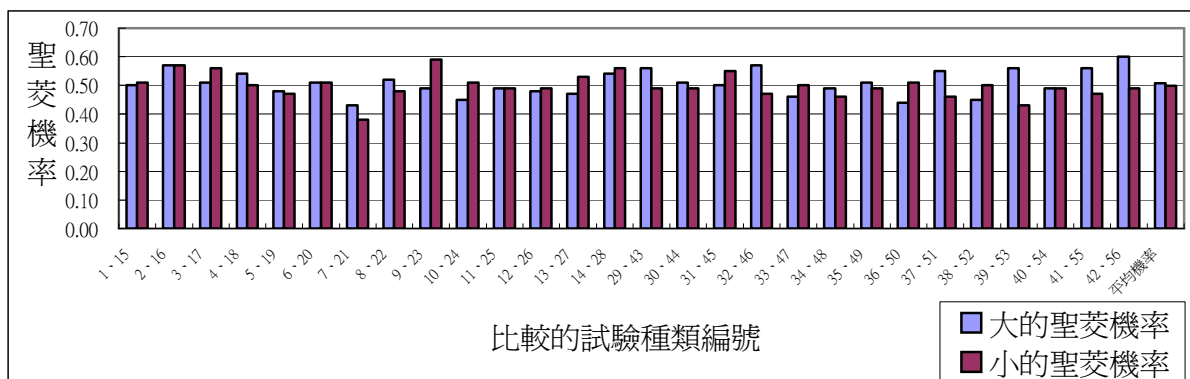


圖 2-2：不同大小的菱出現聖菱機率的比較直條圖

(三) 比較擲菱時不同的「高度」對擲菱機率的影響：

比較的試驗 種類編號	擲菱時的高度		表現優者 (V) 無差異 (=)	
	70 公分	120 公分	70 公分	120 公分
1、8	0.50	0.52		V
2、9	0.57	0.49	V	
3、10	0.51	0.45	V	
4、11	0.54	0.49	V	
5、12	0.48	0.48	=	=
6、13	0.51	0.47	V	
7、14	0.43	0.54		V
15、22	0.51	0.48	V	
16、23	0.57	0.59		V
17、24	0.56	0.51	V	
18、25	0.50	0.49	V	
19、26	0.47	0.49		V
20、27	0.51	0.53		V
21、28	0.38	0.56		V
29、36	0.56	0.44	V	
30、37	0.51	0.55		V
31、38	0.50	0.45	V	
32、39	0.57	0.56	V	
33、40	0.46	0.49		V
34、41	0.49	0.56		V
35、42	0.51	0.60		V
43、50	0.49	0.51		V
44、51	0.49	0.46	V	
45、52	0.55	0.50	V	
46、53	0.47	0.43	V	
47、54	0.50	0.49	V	
48、55	0.46	0.47		V
49、56	0.49	0.49	=	=
平均機率	0.5032	0.5032	=	=

表 5-3：擲菱時不同的高度出現聖菱機率的比較表

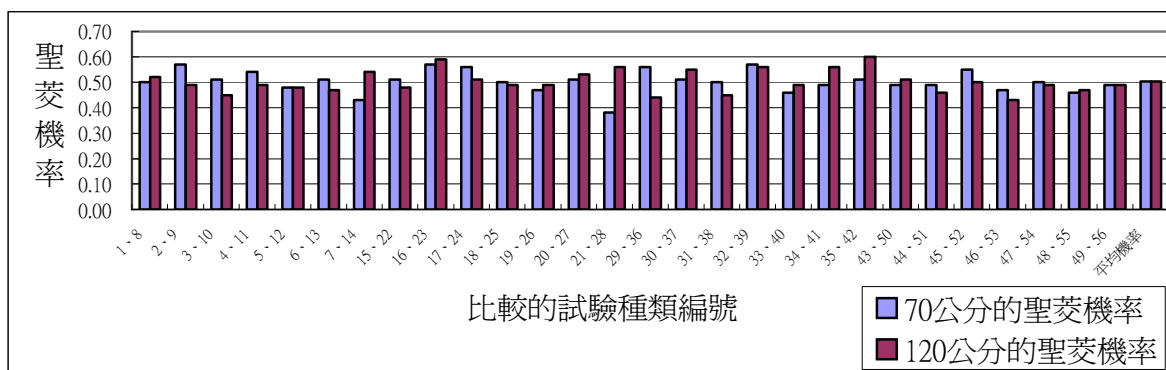


圖 2-3：擲菱時不同的高度出現聖菱機率的比較直條圖

(四) 比較擲菱時不同的「擺法」對擲菱機率的影響：

- A：平面皆向下且並排
 B：平面皆向上且並排
 C：平面一上一下且並排
 D：平面上下相合
 E：平面左右相合且兩角皆向上
 F：平面左右相合且兩角皆向下
 G：平面左右相合且一角向上一角向下

比較的試驗 種類編號	擺 法							表現最優者 (V) 無差異 (=)						
	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
1、2、3、4、5、 6、7	0.50	0.57	0.51	0.54	0.48	0.51	0.43		V					
8、9、10、11、 12、13、14	0.52	0.49	0.45	0.49	0.48	0.47	0.54							V
15、16、17、18、 19、20、21	0.51	0.57	0.56	0.50	0.47	0.51	0.38		V					
22、23、24、25、 26、27、28	0.48	0.59	0.51	0.49	0.49	0.53	0.56		V					
29、30、31、32、 33、34、35	0.56	0.51	0.50	0.57	0.46	0.49	0.51				V			
36、37、38、39、 40、41、42	0.44	0.55	0.45	0.56	0.49	0.56	0.60							V
43、44、45、46、 47、48、49	0.49	0.49	0.55	0.47	0.50	0.46	0.49			V				
50、51、52、53、 54、55、56	0.51	0.46	0.50	0.43	0.49	0.47	0.49	V						
平均機率	0.5013	0.5288	0.5038	0.5063	0.4825	0.5000	0.5000		V					

表 5-4：擲菱時不同的擺法出現聖菱機率的比較表

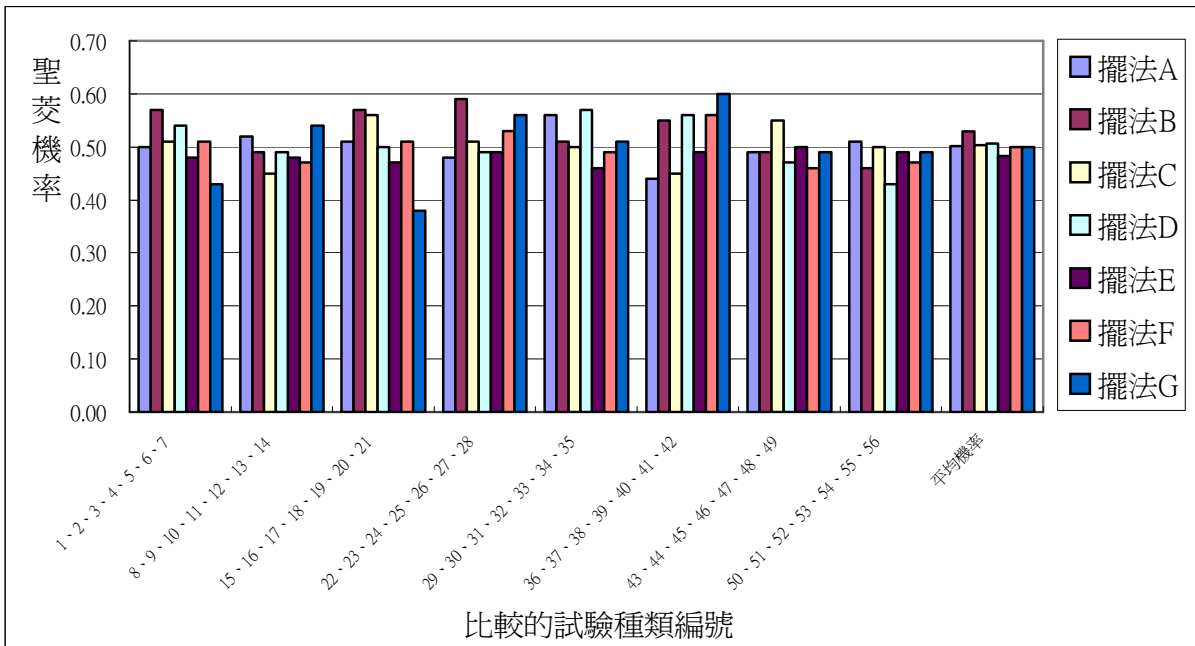


圖 2-4：擲菱時不同的擺法出現聖菱機率的比較直條圖

(五) 找出較佳策略以贏得擲菱比賽：

根據比賽條件（即菱的性質） 分成四種比賽（註：請見討論四）：

1.木質*大：

試驗種類編號	出現聖菱的機率	較佳贏的策略 (V)
1	0.50	
2	0.57	V
3	0.51	
4	0.54	
5	0.48	
6	0.51	
7	0.43	
8	0.52	
9	0.49	
10	0.45	
11	0.49	
12	0.48	
13	0.47	
14	0.54	

表 5-5-1：木質*大時出現聖菱機率的比較表

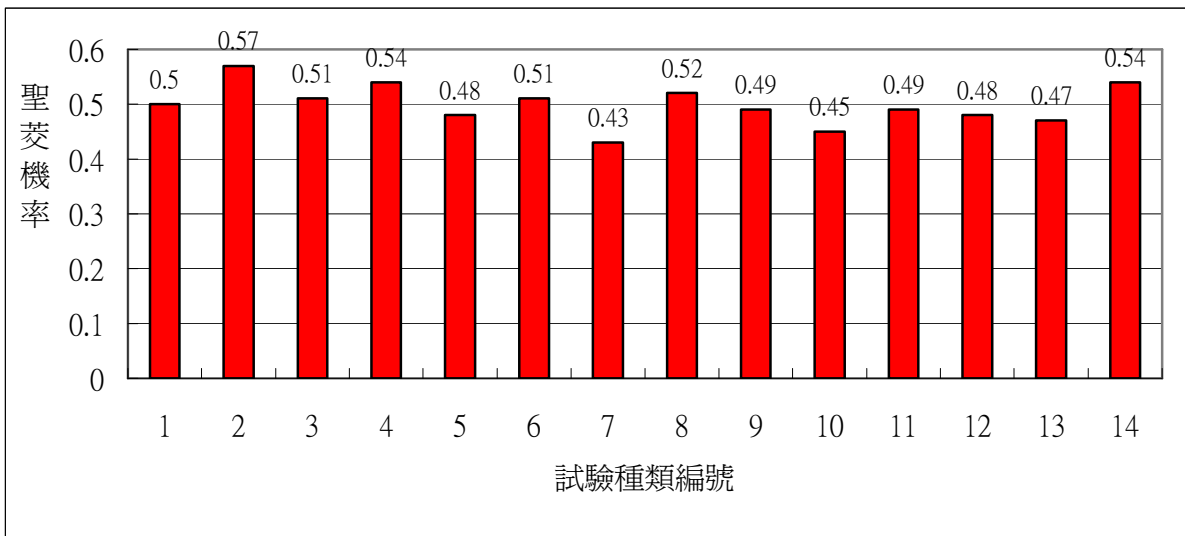


圖 3-1：木質*大時出現聖菱機率的比較直條圖

2.木質*小：

試驗種類編號	出現聖菱的機率	較佳贏的策略 (V)
15	0.51	
16	0.57	
17	0.56	
18	0.50	
19	0.47	
20	0.51	
21	0.38	
22	0.48	
23	0.59	V
24	0.51	
25	0.49	
26	0.49	
27	0.53	
28	0.56	

表 5-5-2：木質*小時出現聖菱機率的比較表

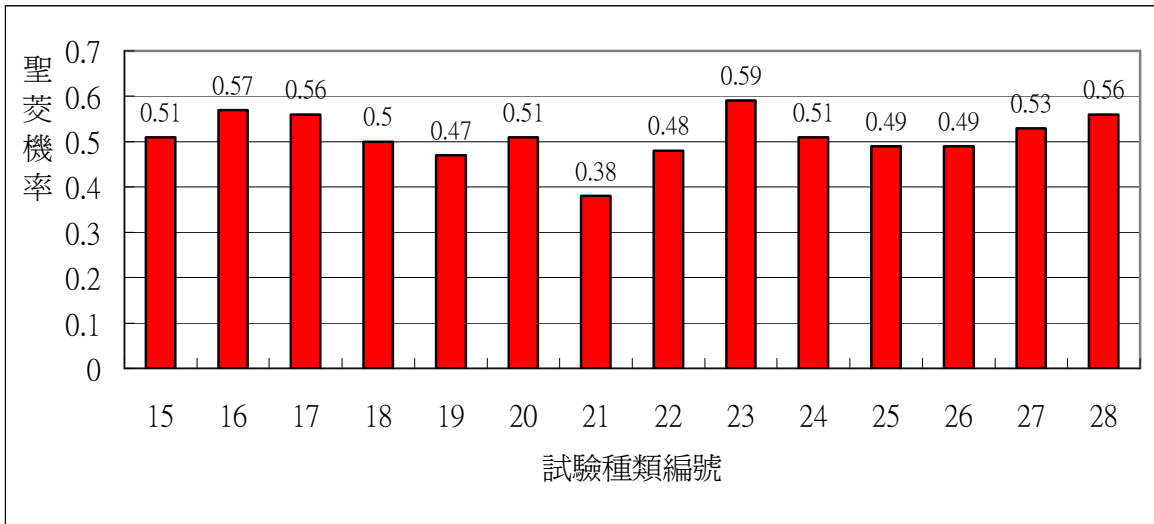


圖 3-2：木質*小時出現聖菱機率的比較直條圖

3.竹頭*大：

試驗種類編號	出現聖菱的機率	較佳贏的策略 (V)
29	0.56	
30	0.51	
31	0.50	
32	0.57	
33	0.46	
34	0.49	
35	0.51	
36	0.44	
37	0.55	
38	0.45	
39	0.56	
40	0.49	
41	0.56	
42	0.60	V

表 5-5-3：竹頭*大時出現聖菱機率的比較表

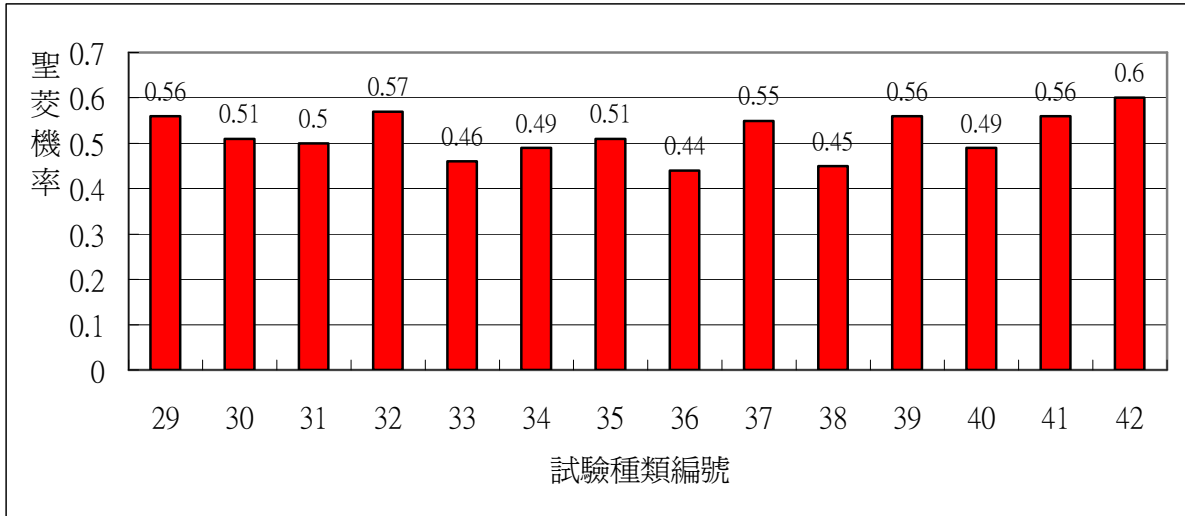


圖 3-3：竹頭*大時出現聖菱機率的比較直條圖

4.竹頭*小：

試驗種類編號	出現聖菱的機率	較佳贏的策略 (V)
43	0.49	
44	0.49	
45	0.55	V
46	0.47	
47	0.50	
48	0.46	
49	0.49	
50	0.51	
51	0.46	
52	0.50	
53	0.43	
54	0.49	
55	0.47	
56	0.49	

表 5-5-4：竹頭*小時出現聖菱機率的比較表

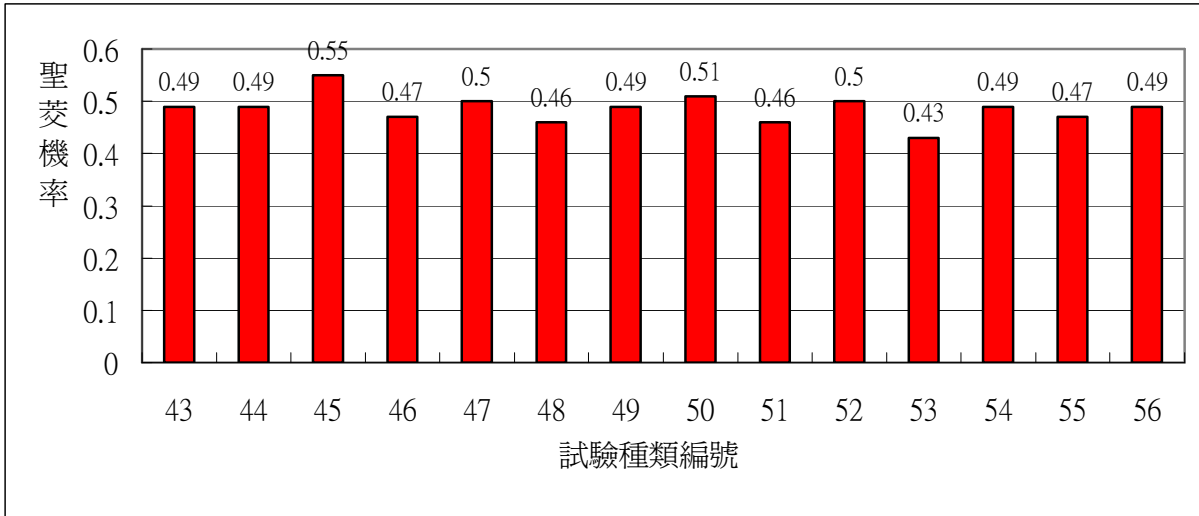


圖 3-4：竹頭*小時出現聖菱機率的比較直條圖

柒、討論

一、每一個影響擲茭機率的因素，應該分成幾種來進行試驗呢？

- (一) 茭的材質：在市面上只能找到木質和竹頭這兩種材質，而廟宇常見的也是這兩種，所以我們以這兩種來進行試驗。
- (二) 茭的大小：每一種材質，我們挑選一般使用最大的和最小的各一副（大小是相對而言），並以此大、小兩種來進行試驗。
- (三) 擲茭時的高度：擲茭者有男女老幼，身高都不相同，所以我們將擲茭時的高度分成兩種：幼稚園小朋友胸部的高度（距地面約 70 公分高）和一般大人胸部的高度（距地面約 120 公分高）並以此兩種高度來進行試驗。
- (四) 擲茭時的擺法：我們透過請教家中長輩和資料收集的方法，發現擲茭時的擺法並無固定，通常因個人喜好和習慣而定。於是我們就拿茭來實際擺看看，天啊！擺法真是有千百種，爲了簡化試驗的複雜性，又因爲茭必須落於地面上，所以我們決定以「茭和地面接觸的部份」爲分類標準，依照茭落地時與地面不同的接觸部份，將擺法分爲七種。

二、一種試驗要做幾次？

做的次數愈多，結果愈準確，卻費時費力；做的次數愈少，愈省時省力，結果卻未必能反應真正的機率分配。於是我們假設每一種實驗都有其真正的機率分配，我們在第 1 種試驗進行時，重複做 500 次，並在 100、200、300、400、500 次時分別計算每種結果類型的機率，並比較機率分配情形，看看機率分配的差異性（最大值和最小值的差）是否顯著，並以此來決定每一種試驗做的次數，第 1 種擲茭試驗 100、200、300、400、500 次的結果如下：

試驗次數	結果類型的次數			結果類型的機率		
	聖茭	陰茭	笑茭	聖茭	陰茭	笑茭
100 次	50	22	28	0.5000	0.2200	0.2800
200 次	104	48	48	0.5200	0.2400	0.2400
300 次	151	73	76	0.5033	0.2433	0.2533
400 次	211	91	98	0.5275	0.2275	0.2450
500 次	257	115	128	0.5140	0.2300	0.2560
	差異性			0.0275	0.0233	0.0400

表 6：第 1 種試驗不同試驗次數的機率分配比較表

由表 6 可知不管那一種類型的出現機率，在不同次數時的差異性並不顯著（聖茭爲 0.0275、陰茭爲 0.0233、笑茭爲 0.04）所以我們決定以「100」次爲我們每一種試驗的試驗次數。

三、如何從試驗的資料證明某一因素對擲茭機率有無影響？

我們研究的因素有四個，當我們要討論某個因素有無影響時，必須把其它三個因素固定不變（也就是相同），再來比較不同分類的表現。我們可以從 56 種試驗抽離出試驗組合，再加以比較，所以茭的「材質」有 28 組可以比較（每組只有材質這個因素不同，其它因素皆相同）同理，茭的「大小」有 28 組可以比較（每組只有大小這個因素不同，其它因素皆相同）；擲茭時的「高度」有 28 組可以比較（每組只有高度這個因素不同，其它因素皆相同）而擲

菱時的「擺法」則有 8 組可以比較（每組只有擺法這個因素不同，其它因素皆相同）除了「個別」試驗組合可以加以比較，我們也可以從各個因素每種類別「整體的平均機率」來加以比較。

四、如何找出較佳贏的策略？

當我們到廟裡進行擲菱時，菱是由廟方提供，所以菱的材質和大小不是我們能控制的，我們可能遇到四種情況：「木質*大」、「木質*小」、「竹頭*大」、「竹頭*小」。但是我們可以從我們可以控制的部分—擲菱時的「高度」和「擺法」來思考贏的策略，也就是從試驗中找出得到較高聖菱機率的高度和擺法的組合，即為較佳贏的策略。

五、擲菱結果類型的機率分配會不會因人而異？

當我們開始進行試驗時，漸漸的發現不同的試驗者，其擲菱結果類型的機率分配似乎不太一致，我們當下馬上決定開始記錄個人擲菱試驗的結果，並將結果整理成下表及下圖：

試驗者代號	聖菱次數	陰菱次數	笑菱次數	個人總次數	聖菱機率	陰菱機率	笑菱機率	總機率	備註
A	510	251	252	1013	0.5035	0.2478	0.2488	1.0000	
B	457	264	257	978	0.4673	0.2699	0.2628	1.0000	陰菱小公主
C	538	268	266	1072	0.5019	0.2500	0.2481	1.0000	
D	512	236	274	1022	0.5010	0.2309	0.2681	1.0000	笑菱小公主
E	566	280	220	1066	0.5310	0.2627	0.2064	1.0000	聖菱小王子
總次數與平均機率	2583	1299	1269	5151	0.5015	0.2522	0.2464	1.0000	

表 7：不同試驗者擲菱結果類型次數與機率分配的比較表

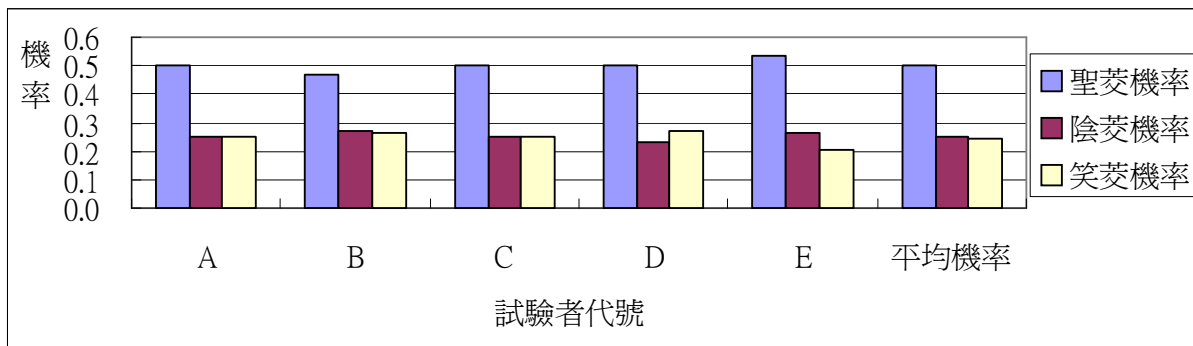


圖 4：不同試驗者擲菱結果類型機率分配的比較直條圖

由表 7 及圖 4 可知，聖菱、陰菱和笑菱之結果類型的機率分配會因為擲菱者的不同而有差別。

六、影響試驗準確性的因素有哪些？

雖然我們想要盡量的維持試驗的準確性，以得到正確的數據資料，然而我們仍然無法排除下列因素的影響：

- (一) 人：雖然要求每個試驗者在進行每一次擲菱試驗時都要按照每種試驗規定的因素來進行試驗，但在控制擲菱時的高度和擺法上，卻無法做到每次都一模一樣，這有可能會對於試驗的正確性有所影響。

(二) 環境：雖然我們每個試驗都在同一個地點進行，然而我們卻無法控制環境中的各項因素（如氣溫和濕度……等等）這些環境因素是否會對於試驗有所影響，卻是未知的。

七、擲茭是否為公平遊戲？

如果擲茭活動是一種公平遊戲的話，試驗的機率分配應該和理論上的機率分配一致。擲茭結果類型的理論機率分配為「聖茭：陰茭：笑茭=0.5：0.25：0.25」，我們的 56 種試驗的整體平均機率分配為「聖茭：陰茭：笑茭=0.5032：0.2509：0.2459」兩者相當接近，所以我們可以說我們的擲茭試驗是公平的。

捌、結論

一、**就茭的材質而言**：從 28 組的個別試驗組合來看，木質和竹頭出現聖茭的機率皆沒有絕對的優於另一種材質，其中「木質」較優的有 15 次，「竹頭」較優的有 11 次，「無差異」的有 2 次；若以 28 組的「整體平均機率」來看，「木質」出現聖茭的機率優於竹頭（木質：竹頭=0.5046：0.5018）。

二、**就茭的大小而言**：從 28 組的個別試驗組合來看，大的茭和小的茭出現聖茭的機率皆沒有絕對的優於另一種大小，其中「大的茭」較優的有 13 次，「小的茭」較優的有 11 次，「無差異」的有 4 次；若以 28 組的「整體平均機率」來看，「大的茭」出現聖茭的機率優於小的茭（大：小=0.5082：0.4982）。

三、**就擲茭時的高度而言**：從 28 組的個別試驗組合來看，70 公分和 120 公分出現聖茭的機率皆沒有絕對的優於另一種高度，其中「70 公分」較優的有 14 次，「120 公分」較優的有 12 次，「無差異」的有 2 次；若以 28 組的「整體平均機率」來看，兩種高度的表現也是沒有差異的（70 公分：120 公分=0.5032：0.5032）。

四、**就擲茭時的擺法而言**：從 8 組的個別試驗組合來看，7 種擺法出現聖茭的機率皆沒有絕對的優於其它擺法，其中「平面皆向上且並排」較優的有 3 次，「平面左右相合且一角向上一角向下」較優的有 2 次，「平面皆向下且並排」、「平面一上一下且並排」、「平面上下相合」較優的各有一次，「平面左右相合且兩角皆向上」和「平面左右相合且兩角皆向下」較優的則沒有；若以 8 組的整體平均機率來看，「平面皆向上且並排」的擺法出現聖茭的機率則優於其它 6 種擺法（B：D：C：A：F：G：E=0.5288：0.5063：0.5038：0.5013：0.5：0.5：0.4825）。

五、根據試驗結果，在擲茭比賽時，我們的較佳贏的策略如下：

- (一) 「木質*大」→選擇的高度為「70 公分」擺法為「平面皆向上且並排」。試驗 2)
- (二) 「木質*小」→選擇的高度為「120 公分」擺法為「平面皆向上且並排」。試驗 23)
- (三) 「竹頭*大」→選擇的高度為「120 公分」擺法為「平面左右相合且一角向上一角向下」。(試驗 42)
- (四) 「竹頭*小」→選擇的高度為「70 公分」擺法為「平面一上一下且並排」。試驗 45)

玖、參考資料

何政廣等人（主編）（民 71）**中華兒童百科全書**（第一版，第 7 冊）臺北市：臺灣省政府教育廳。

康軒文教事業股份有限公司（民 92）**數學六上**（第三版，第 11 冊）臺北縣：康軒文教事業股份有限公司。

澎湖縣鄉土教材編輯委員會（民 86）**澎湖鄉土教材～西瀛舊事**（第一版）澎湖縣：澎湖縣政府。

評語

080407 國小組數學科 最佳(鄉土)教材獎

元宵乞龜樂—擲茭機率之探究

從教材中的簡單機率與澎湖元宵節民俗活動的乞龜結合，並將影響擲茭的因素設計出 56 種試驗是一篇完整的鄉土作品。