

嘉義縣第 52 屆國民中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：生活與應用科

組 別：國小組

作品名稱：決戰蛙世代

關鍵字：紙蛙、彈力

編號：

作品名稱：決戰蛙世代

摘要：本研究主動在探討影響紙蛙彈跳的因素有哪些、紙材種類對於紙蛙彈跳的影響，以及紙張大小摺出的紙蛙與紙蛙彈跳的關係，經由搜集各式紙材，摺出紙蛙，選出彈跳力較佳的紙蛙，再比較不同大小的尺寸，對紙蛙彈跳的影響。最後得到結果是厚度較厚，較硬挺的紙材，經摺疊後紙張的彈力較佳，紙張較輕薄者雖容易摺疊成青蛙，但經摺疊後紙張彈力差，跳不高也跳不遠。紙蛙的彈跳與指蛙尺寸有關係，根據實驗結果，尺寸愈小的紙蛙彈跳的距離愈遠。

關鍵字：紙蛙、彈力

壹、研究動機

「青蛙是童話故事裡的王子，青蛙王子英俊挺拔、驍勇善戰，公主溫柔善良，美麗動人，以他驚人的彈跳力贏得公主的芳心。春天是蛙蛙求偶的季節，這天明月高掛，青蛙王子鼓著腮幫子、說著哇哇哇（我愛你），然後隨著自己的節奏跳著街舞，上演露天求婚記，但此時鄰國的蟾蜍王子前來攪局，發射出他背上的毒液炮，打算擄走公主...」，這是我們藝術與人文課裡的青蛙王子。正當我們熱烈的討論著我們的演出劇本及角色時，小昱隨手拿了桌上的考卷，摺出了一隻青蛙，貼在青蛙王子的頭上，大伙開心的跟著摺起了青蛙，玩了起來。就在這時候，有人提議辦個蛙蛙跳遠比賽，小昱的蛙總是能跳得又高又遠，小安的蛙卻老是原地彈了一下，小珊的則是輕輕跳了一下，阿邦和阿源的好像也是，為什麼小昱的蛙一跳，總是令人驚呼連連？這引起了我們的疑惑，大家都想摺出一隻很會跳的蛙，於是，我們決定來研究一下，是什麼原因讓紙摺的蛙跳得這麼遠。

貳、研究目的

- 一、探討影響紙蛙彈跳的因素有哪些
- 二、探討紙材種類對於紙蛙彈跳的影響
- 三、探討紙張大小摺出的紙蛙與紙蛙彈跳的關係
- 四、製作一隻跳得很遠的紙蛙

參、研究設備及器材

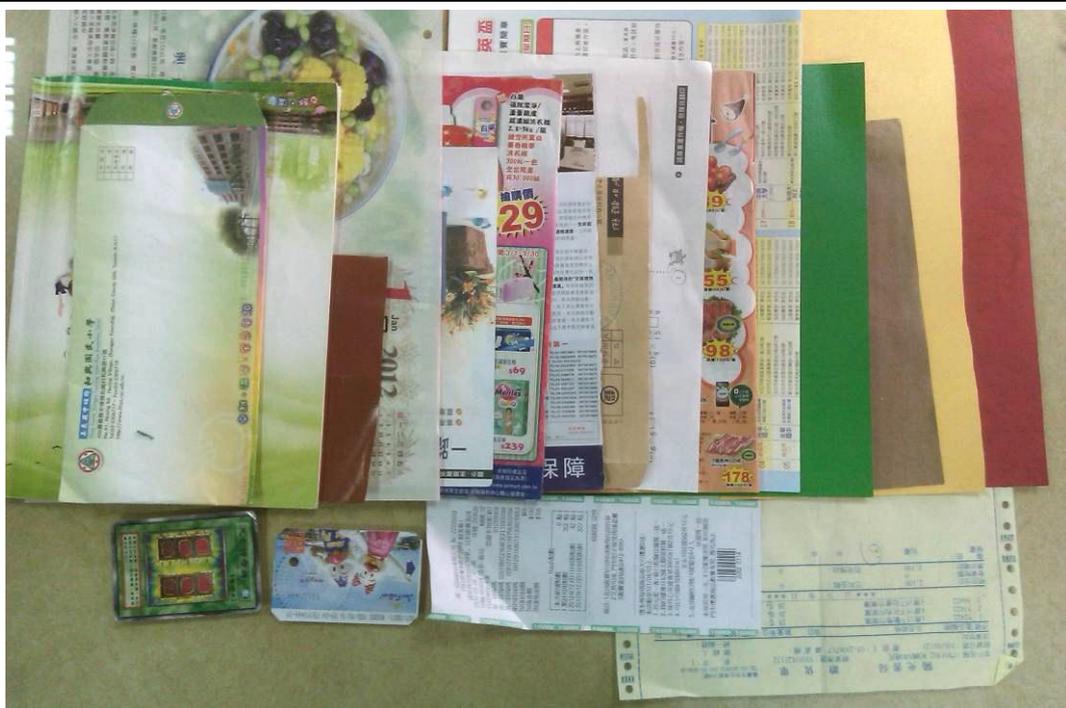
- 一、各式紙材：收集的紙材以容易取得的紙類為主。紙張種類繁多，依其用途及品質特性可概分為文化用紙、工業用紙、包裝用紙、家庭用紙、資訊用紙及特殊用紙等六大類¹，簡述如下：

文化用紙	資訊傳遞、文化傳承所用，故與印刷業有密切關係，常見之文化用紙如銅版紙、輕塗紙、道林紙、新聞用紙、聖經紙．．．等。
------	--

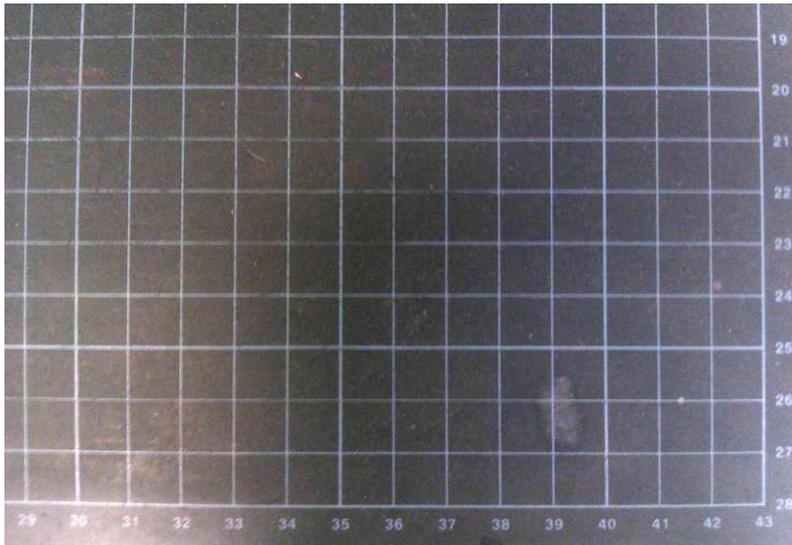
¹ 大亞紙業/專業教室

<http://www.dayapapers.com.tw/cetacean/front/bin/cglist.phtml?Category=115569>，2011/03/15 瀏覽。

工業用紙	用來製造紙箱、紙盒、紙杯、紙盤等之紙張或紙板，因需再經加作業，故稱之為 工業用紙，常見之工業用紙如牛皮紙板、瓦楞芯紙、塗佈白紙板、灰紙板．．．等。
包裝用紙	製造紙袋、購物袋、紙膠袋之紙張，常見之包裝用紙如玻璃紙、包裝紙、袋用牛皮紙．．．等。
家庭用紙	與衛生保健或居家生活有關之用紙，如衛生紙、面紙、紙尿褲、餐巾紙、紙巾、醫療用紙．．．等。
資訊用紙	日本稱之為情報用紙，因辦公室自動化及電腦列表機之興起，故為近來快速發展之紙張，如非碳複寫紙、影印紙、電腦報表紙、感熱記錄紙(如傳真紙)、靜電記錄用紙．．．等。
特殊用紙	針對特殊用途而製造之紙張，如棉紙、宣紙、金紙、防油紙、防銹紙、鈔票紙．．．等



二、有方格尺規的切割墊：60×90 cm，板子沿邊都有 1cm 的尺度，每 1cm 或是 5cm 都印有格子。

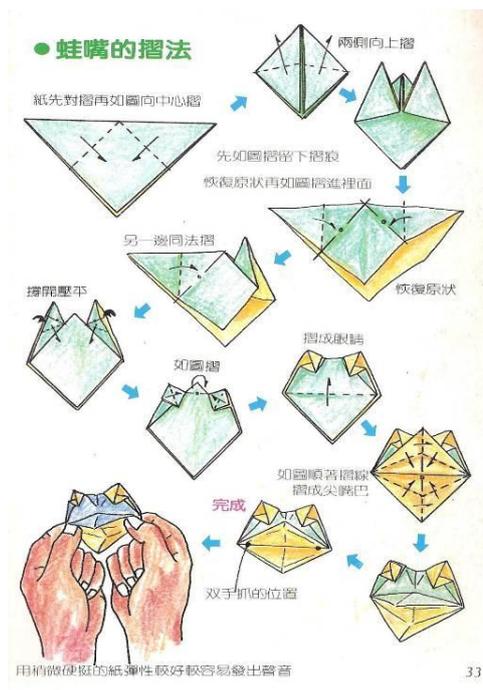


三、美工刀、剪刀、鐵尺、裁刀。

肆、研究過程或方法

一、紙蛙的摺法：紙蛙的摺法有好幾種，我們找到以下這幾種紙蛙的摺法，並試摺出紙蛙看看。

(一) 摺法一² (會動且會發出聲音的青蛙)

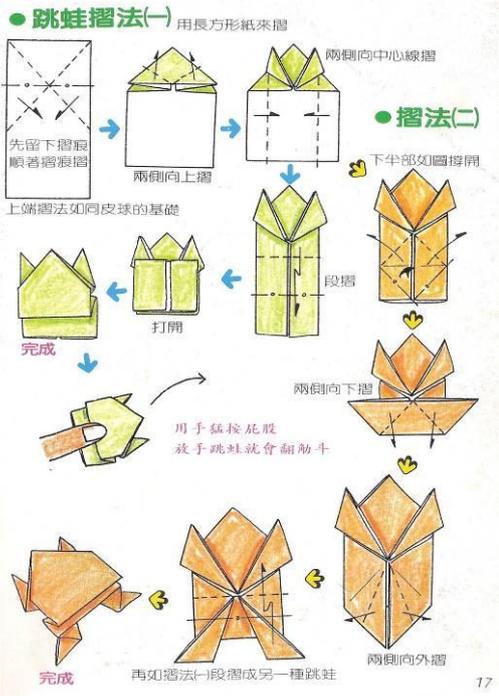


(二) 摺法二³ (會跳的青蛙 1) 摺法三⁴ (會跳的青蛙 2)

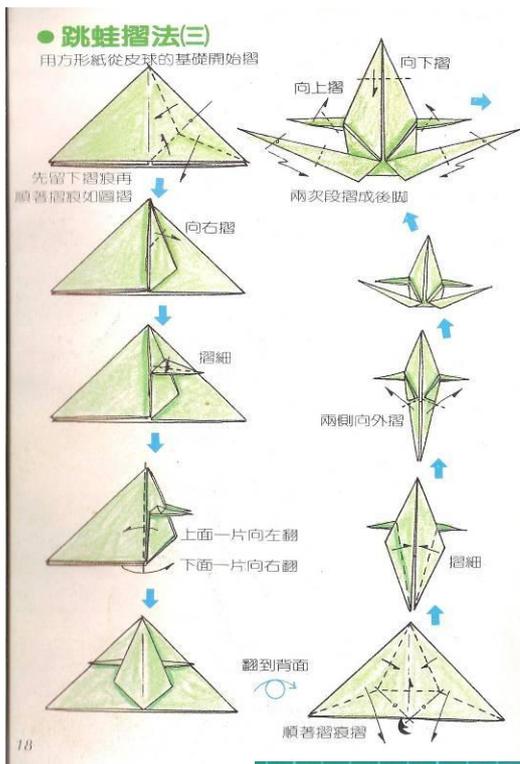
² 參照王或華 著 (1992)，《遊戲摺紙》。臺北市：美勞教育出版有限公司出版。頁 32~33。

³ 同註 2。頁 17。

⁴ 同註 2。頁 17。



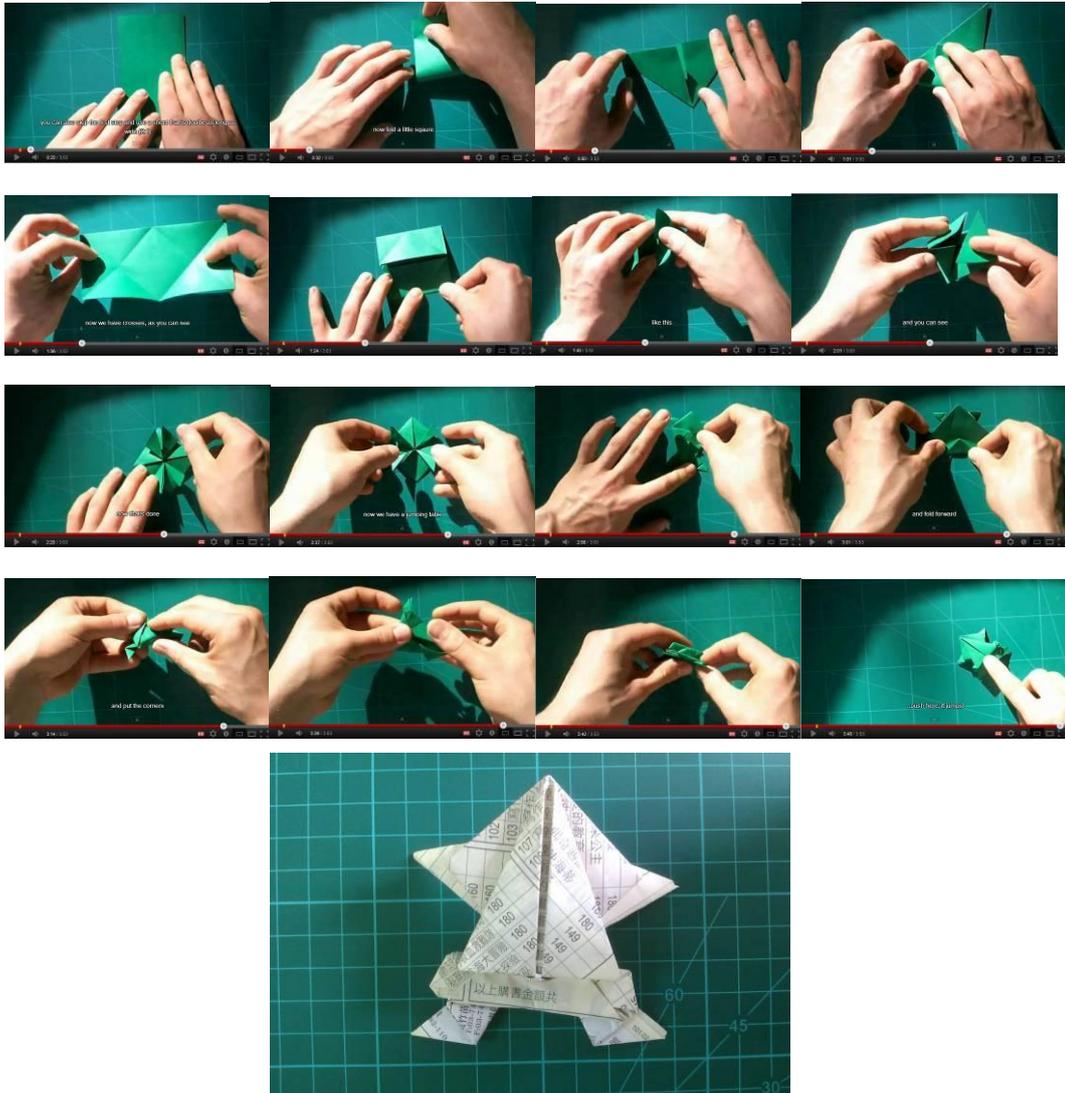
(三) 摺法四⁵ (會跳的青蛙 3)



⁵ 同註 2。頁 18~19。

(四) 摺法五⁶ (會跳的青蛙 4)

※用正方形紙張來摺



(五) 結論：

紙蛙之所以會彈跳，主要是來自於紙張經過摺疊後，產生形變，下壓後物體由於要恢復原狀，對他接觸的物體產生的力，就是彈力。彈力產生時，發生彈性形變的物體為施力物體，和它接觸的物體為受力物體。平時所指的彈力一般是壓力、支持力和拉力⁷。摺法一的紙蛙不會跳，摺法二

⁶ Origami: jumping frog

<http://www.youtube.com/watch?v=rc9IVHvfzMY&feature=g-vrec&context=G2343ecbRVAAAAAAQAQ>，2011/03/15 瀏覽。

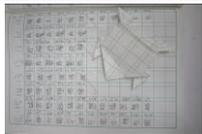
⁷ 維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%BC%B9%E5%8A%9B>，2011/03/15 瀏覽。

的紙蛙跳動距離較短，摺法四的紙蛙摺法較為複雜，且容易翻身，摺法五與摺法三的紙蛙摺出的紙蛙形狀相似，但由於摺法五中紙張重疊後厚度加倍不易摺疊，因此本研究採用「摺法三」的紙蛙摺法做為主要的摺法。



二、收集摺紙蛙的各式紙材

(一) 觀察紙材：收集各式紙材，試摺跳蛙，初步淘汰摺出的紙蛙不會跳動的紙材，以及太厚無法摺疊的紙材，選定研究對象。

編號	紙材圖片	紙材名稱	紙張種類	特性	淘汰原因
1		金紙	特殊用紙	表面粗糙，紙張較厚，但紙張密度較低，有孔隙。	編號 B
2		名片紙	文化用紙	紙張較硬，表面光滑，但尺寸過小，不易摺疊。	尺寸過小
3		包裝紙	包裝用紙	種類很多，但紙張印刷精美，厚薄適中，容易摺疊，這裡是皺紋紙，表面有紋路。	編號 M
4		作業簿內頁	文化用紙	紙張輕薄，易撕破損毀，容易取得。	編號 H
5		信封	包裝用紙	紙張材質厚度較厚，為彩色印刷信封材料。	編號 F

6		牛皮紙信封	包裝用紙	表面略粗糙，一般為淺咖啡色、褐色，紙張內有膠膜，紙張雖不厚但十分硬挺。	編號 D
7		雲彩紙	特殊用紙	為常見的美術用紙，厚度較厚，有多種色彩，表面有雲彩紋路。	編號 L
8		作業簿封面	文化用紙	作業簿的封面用紙多半較厚，經過印刷，表面光滑	編號 N
9		瓦楞紙(熱飲杯隔熱用)	工業用紙	瓦楞紙材質硬挺又厚，無法摺疊。	太厚無法摺疊
10		廚房紙巾	家庭用紙	厚度較厚的衛生紙，但紙質柔軟，吸水性強。	紙質太軟
11		感熱紙	資訊用紙	紙張輕薄，表面光滑，與傳真用紙類似。	與傳真用紙材質
12		水彩紙	特殊用紙	水彩專用畫紙，厚度較厚，表面有顆粒狀紋路。	編號 A
13		考卷	資訊用紙	為一般影印紙，取得容易，紙張輕薄適中。	編號 C
14		購物紙袋	包裝用紙	材質較厚，表面有一層塑膠模，表面光滑，材質硬挺。	編號 G
15		書法用棉紙	特殊用紙	吸水性高的棉紙，表面有棉絮的質感，另一面則較光滑。	編號 K
16		超市 DM 紙	資訊用紙	紙張輕薄，容易摺疊。	編號 I
17		蓮花金紙	特殊用紙	紙張不算厚，但由於印刷緣故，表面有上亮面顏色，因此紙張較挺。	印刷後，紙張厚度不一

18		報紙	資訊用紙	紙張輕薄，表面粗糙，紙張密度不高，容易撕破。	編號 E
19		卡紙	特殊用紙	為美術用紙，表面光滑，紙張很厚，材質硬挺不易摺疊。	紙張很厚 不易摺疊
20		傳真感熱紙	資訊用紙	紙張輕薄，表面光滑。	編號 J

(二) 選定本研究實驗用的紙材

- 1、摺出的紙蛙不會跳動的紙材：編號 10 廚房紙巾，材質太柔軟，摺出的紙蛙幾乎不會跳動。
- 2、紙張太厚無法摺疊的紙材：編號 9 瓦楞紙，為市面上熱飲杯外常用的隔熱材質，紙張無法摺疊，編號 19 卡紙，紙張太厚無法摺疊出成形的紙蛙。
- 3、紙張太小無法做為研究紙材：編號 2 名片紙，紙張太小，無法做為日後研究用的紙材。
- 4、材質相同故擇一做為研究對象：編號 11 為新式電子發票用紙和編號 20 傳真紙，材質相同，故使用編號 20 傳真紙，做為研究對象。

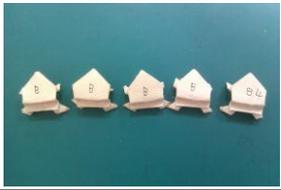
(三) 結論：

由於紙蛙須經過摺疊成形，因此厚度過大的紙材無法做為研究對象；另外過於柔軟的紙材摺出的紙蛙沒有彈力，根本不會跳動，也無法做為研究對象。經過初步篩選後，選訂 14 種紙材，金紙、包裝紙、作業簿內頁、信封、牛皮紙信封、雲彩紙、作業簿封面、水彩紙、考卷（影印紙）、購物紙袋、書法用棉紙、超市 DM 紙、報紙、傳真感熱紙，做為下階段研究對象

三、各式紙材摺出的紙蛙的彈跳距離的關係

- (一) 淘汰掉部份紙材，選定 A~N 共計 14 種紙材，以紙張大小尺寸為 60x120mm 摺出的紙蛙進行實驗。
- (二) 每種紙材以紙張大小尺寸為 60x120mm 各摺出五隻青蛙，分別進行試跳並記錄。

紙材 編號	紙材名稱	紙材圖片	紙材 編號	紙材名稱	紙材圖片
----------	------	------	----------	------	------

A	水彩紙		H	作業簿內業	
B	金紙		I	超市 DM 紙	
C	影印紙		J	傳真紙	
D	牛皮紙信封袋		K	棉紙	
E	報紙		L	雲彩紙	
F	信封紙袋		M	包裝紙	
G	手提袋		N	作業簿封面	

(三) 五位組員的紙材青蛙彈跳記錄：試跳十次，計算出平均距離。



1、小安的紙蛙彈跳記錄

表 1：由小安所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙材編號	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均 距離	名 次
A	215	348	470	298	432	349	550	272	570	579	408	3
B	575	480	430	165	558	375	408	180	480	560	421	2
C	380	333	205	450	206	503	290	340	90	112	290	6
D	390	432	538	450	485	550	405	400	438	520	460	1
E	145	85	125	130	45	115	110	38	35	110	93	14
F	240	275	200	380	245	375	250	268	195	395	282	7
G	320	40	140	210	205	185	180	300	365	530	247	9
H	202	195	214	290	405	250	175	330	380	230	267	8
I	90	161	138	218	213	92	85	88	45	135	126	13
J	245	195	225	275	218	130	255	175	140	165	202	11
K	192	220	115	185	75	145	125	150	80	76	136	12
L	435	405	335	440	485	345	240	350	330	280	364	4
M	165	195	155	332	395	170	225	210	195	220	226	10
N	270	210	240	680	300	450	479	230	275	448	358	5

2、小昱的紙蛙彈跳記錄

表 2：由小昱所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙材編號	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均 距離	名 次
A	380	355	50	40	430	20	535	110	280	50	225	11
B	275	300	430	350	40	90	330	130	370	20	233	10
C	338	490	290	330	389	378	30	379	15	380	301	6
D	450	758	430	280	500	469	70	303	320	458	403	3
E	380	308	400	221	210	363	389	400	369	200	324	5
F	355	405	349	563	400	300	441	340	368	250	377	4
G	485	500	485	418	250	379	360	497	415	624	441	2
H	20	43	290	119	280	30	210	18	40	231	128	13
I	168	178	96	72	118	124	135	120	98	118	122	14
J	232	463	389	170	190	290	219	212	360	400	292	7
K	260	290	185	173	178	190	131	190	203	288	208	12
L	130	250	190	440	349	150	260	289	317	280	265	8
M	197	276	286	148	308	240	206	270	252	248	243	9

N	510	510	480	448	548	547	439	690	480	515	516	1
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---

3、珊珊的紙蛙彈跳記錄

表 3：由珊珊所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙材編號	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均 距離	名 次
A	260	90	190	180	120	240	230	180	340	280	211	11
B	30	130	70	170	230	80	160	30	40	70	101	14
C	160	180	150	410	210	230	200	290	250	240	232	9
D	230	290	220	370	450	300	230	290	320	290	299	4
E	220	290	270	150	200	300	300	220	250	300	250	7
F	300	370	270	370	240	270	320	220	280	280	292	5
G	200	330	250	270	310	220	600	450	500	210	334	3
H	280	390	310	200	290	260	310	230	210	300	278	6
I	150	120	200	110	130	140	120	140	160	150	142	13
J	250	140	200	250	260	210	270	270	310	250	241	8
K	140	190	150	260	120	100	230	110	180	110	159	12
L	310	600	500	380	340	350	320	200	590	290	388	1
M	300	250	270	220	130	220	250	220	280	80	222	10
N	350	220	540	220	400	320	330	260	390	320	335	2

4、阿邦的紙蛙彈跳記錄

表 4：由阿邦所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙材編號	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均 距離	名 次
A	177	330	240	283	370	180	220	255	105	198	236	5
B	278	340	164	358	124	250	333	271	350	350	282	4
C	99	100	196	157	95	103	245	180	240	73	149	9
D	220	225	149	147	325	113	132	104	168	372	196	8
E	65	99	160	139	150	98	169	130	125	215	135	10
F	243	214	170	106	192	263	156	180	215	270	201	6
G	330	290	350	420	228	100	513	270	579	113	319	2
H	59	85	115	115	110	107	92	175	80	111	105	13
I	140	89	90	55	116	56	80	50	70	64	81	14
J	100	90	119	165	118	60	142	100	153	74	112	11
K	124	97	93	110	110	80	105	128	78	130	106	12
L	640	440	590	380	510	309	303	360	260	329	412	1
M	236	190	169	175	164	246	220	240	130	215	199	7

N	70	393	140	179	345	320	419	460	275	360	296	3
---	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---

5、阿源的紙蛙彈跳記錄

表 5：由阿源所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙材編號	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均 距離	名 次
A	442	152	146	410	312	263	231	210	639	670	348	2
B	90	177	380	259	269	245	162	295	253	350	248	6
C	220	189	220	244	230	129	263	210	200	262	217	8
D	330	238	213	268	450	205	325	310	410	355	310	4
E	114	70	159	130	207	220	146	50	130	80	131	13
F	220	300	312	280	370	310	290	345	295	330	305	5
G	445	278	250	278	470	255	460	249	270	370	333	3
H	216	220	178	220	230	155	210	226	216	200	207	9
I	90	110	90	110	176	80	105	100	70	170	110	14
J	140	130	220	180	163	165	168	230	135	204	174	12
K	205	179	170	170	250	195	170	221	210	175	195	10
L	330	234	270	305	235	228	190	210	160	230	239	7
M	150	209	204	150	216	230	205	186	180	178	191	11
N	540	460	510	560	470	485	540	502	570	505	514	1

(四) 根據組員們的記錄表及觀察，發現：

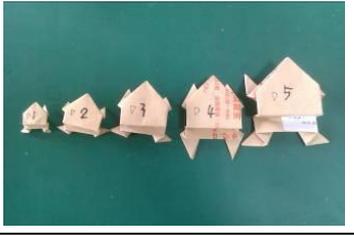
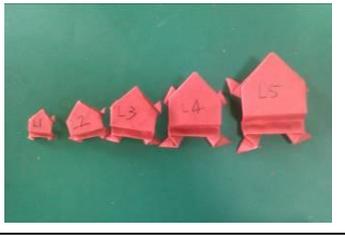
- 1、彈跳力較佳的有：編號 A、編號 D、編號 F、編號 G、編號 L、編號 N。此類紙材厚度較厚，紙張較硬挺，不易摺疊。
- 2、彈跳力較差的有：編號 E、編號 H、編號 I、編號 J、編號 K。此類紙材厚度薄，紙張較輕，容易摺疊。

(五) 結論：

厚度較厚，較硬挺的紙材，經摺疊後紙張的彈力較佳，紙張較輕薄者雖容易摺疊成青蛙，但經摺疊後紙張彈力差，跳不高也跳不遠。以彈力較佳的編號 A 水彩紙、編號 D 牛皮紙信封、編號 F 信封袋、編號 G 手提袋、編號 L 雲彩紙、編號 N 作業簿封面，共計 6 種紙材做為下段實驗的研究對象。

四、紙蛙的尺寸與彈跳距離的關係

- (一) 根據上段實驗淘汰掉部份紙材，選定編號 A、編號 D、編號 F、編號 G、編號 L、編號 N 紙材共計 6 種紙材，進行實驗。
- (二) 每種紙材以紙張大小尺寸為 40x80、60x120、80x160、100x200、120x240mm 各摺出五隻青蛙，由小到大依序編號，如 A1、A2、A3、A4、A5，由五位組員進行試跳並記錄。

紙材編號	紙材名稱	紙材圖片	紙材編號	紙材名稱	紙材圖片
A	水彩紙		G	手提袋	
D	牛皮紙信封		L	雲彩紙	
F	信封袋		N	作業簿封面	

(三) 五位組員的五種尺寸紙青蛙的彈跳記錄：試跳十次，計算出平均距離。



1. 【編號 A】水彩紙

(1) 組員紙材尺寸大小彈跳距離記錄

表 6：由小安所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40x80	465	350	250	660	310	260	492	358	360	378
60x120	382	390	445	675	515	690	510	415	448	355
80x160	165	220	308	310	430	450	375	288	340	497

紙張尺寸 (mm)										
40×80	300	440	280	250	280	280	320	300	280	290
60×120	310	380	350	490	420	570	400	400	530	610
80×160	280	280	360	320	270	290	550	350	500	480
100×200	380	270	210	420	300	330	310	450	470	410
120×240	150	300	190	120	190	180	250	250	240	270

(2)【編號 A】的紙蛙紙張尺寸與彈跳距離記錄統計表

彈跳距離 (mm)	小安	小昱	珊珊	阿邦	阿源	平均 彈跳 距離	名次
紙張尺寸 (mm)							
40×80	388	394	336	209	302	326	2
60×120	483	368	296	369	446	392	1
80×160	338	179	377	288	368	310	3
100×200	256	177	265	203	355	251	4
120×240	166	172	253	125	214	186	5

2、【編號 D】牛皮紙信封

(1) 組員紙材尺寸大小彈跳距離記錄

表 11：由小安所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
紙張尺寸 (mm)										
40×80	465	350	250	660	310	260	492	358	360	378
60×120	382	390	445	675	515	690	510	415	448	355
80×160	165	220	308	310	430	450	375	288	340	497
100×200	555	300	380	260	200	110	230	220	186	123
120×240	167	160	158	120	202	210	133	220	110	180

表 12：由小昱所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
紙張尺寸 (mm)										
40×80	240	280	340	240	130	270	130	210	200	200
60×120	280	450	390	340	330	350	390	310	520	460

80x160	210	170	220	190	170	210	320	220	180	180
100x200	140	250	150	280	240	350	230	180	110	130
120x240	160	100	140	180	120	110	170	110	120	80

表 13：由珊珊所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40x80	112	90	108	435	306	260	378	240	198	329
60x120	300	240	290	308	538	430	470	440	470	570
80x160	270	310	430	218	630	240	230	270	198	267
100x200	260	260	385	241	215	215	268	320	219	320
120x240	270	140	276	230	170	250	160	120	200	170

表 14：由阿邦所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40x80	300	260	470	260	390	285	310	225	245	310
60x120	400	230	295	180	240	320	270	650	220	290
80x160	210	290	470	190	320	300	310	285	190	365
100x200	180	140	290	195	285	185	190	150	175	220
120x240	190	250	130	190	140	180	215	185	180	180

表 15：由阿源所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40x80	470	410	360	356	320	250	290	350	340	400
60x120	550	250	350	370	260	220	330	260	360	290
80x160	210	270	250	240	320	200	230	210	230	220
100x200	150	160	140	180	110	140	110	110	100	110
120x240	80	180	230	190	180	140	160	180	160	130

(2)【編號 D】的紙蛙紙張尺寸與彈跳距離記錄統計表

彈跳距離	小安	小昱	珊珊	阿邦	阿源	平均	名次
------	----	----	----	----	----	----	----

紙張尺寸 (mm)						彈跳 距離	
40×80	388	224	246	306	355	304	2
60×120	483	382	406	310	324	381	1
80×160	338	207	306	293	238	276	3
100×200	256	206	270	201	131	213	4
120×240	166	129	199	184	163	168	5

3、【編號 F】信封袋

(1) 組員紙材尺寸大小彈跳距離記錄

表 16：由小安所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40×80	550	550	470	520	390	370	310	330	370	370
60×120	500	480	450	240	340	420	350	300	300	340
80×160	390	300	360	270	390	300	260	490	280	640
100×200	130	110	140	100	110	90	180	150	150	140
120×240	160	260	250	340	220	200	200	260	210	430

表 17：由小昱所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40×80	608	340	402	521	432	318	410	322	590	405
60×120	330	530	280	547	376	282	480	516	650	420
80×160	308	251	538	300	340	320	388	430	250	280
100×200	210	260	139	290	160	178	289	282	97	134
120×240	200	259	369	209	185	197	410	308	249	321

表 18：由珊珊所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40×80	470	370	340	470	390	380	480	330	460	410

60x120	320	340	300	380	320	320	340	388	390	390
80x160	330	400	380	310	320	360	323	310	320	326
100x200	210	270	220	270	200	289	290	280	270	227
120x240	180	170	188	120	176	190	189	222	200	180

表 19：由阿邦所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40x80	295	275	220	85	300	355	250	345	195	205
60x120	230	260	160	120	150	200	200	220	230	175
80x160	290	260	290	260	170	320	190	230	215	170
100x200	210	100	180	180	210	230	165	135	300	180
120x240	130	60	85	50	130	205	240	200	210	155

表 20：由阿源所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40x80	320	350	320	377	316	330	365	340	320	350
60x120	300	312	310	300	320	270	350	280	380	350
80x160	280	258	277	250	280	220	311	240	230	210
100x200	200	188	175	184	190	150	176	145	165	170-
120x240	129	90	140	150	125	140	140	130	158	110

(2)【編號 F】的紙蛙紙張尺寸與彈跳距離記錄統計表

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	小安	小昱	珊珊	阿邦	阿源	平均 彈跳 距離	名次
40x80	423	435	410	253	339	372	1
60x120	372	441	349	195	317	335	2
80x160	368	341	338	240	256	309	3
100x200	130	204	253	189	175	190	5
120x240	253	271	182	147	131	197	4

4、【編號 G】手提袋

40x80	360	330	345	220	260	620	340	380	150	480
60x120	530	430	430	385	500	375	610	250	450	460
80x160	220	220	440	195	270	260	210	245	180	330
100x200	385	300	430	270	310	230	260	200	240	140
120x240	250	220	180	255	265	170	165	195	110	180

表 25：由阿源所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40x80	740	600	670	780	730	630	630	720	790	730
60x120	420	360	380	380	320	360	300	320	310	320
80x160	300	310	360	330	300	310	390	310	300	300
100x200	340	320	300	310	320	320	390	320	350	360
120x240	240	260	250	270	300	250	280	240	270	220

(2)【編號 G】的紙蛙紙張尺寸與彈跳距離記錄統計表

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	小安	小昱	珊珊	阿邦	阿源	平均 彈跳 距離	名次
40x80	274	387	460	349	702	434	1
60x120	312	434	266	442	347	360	2
80x160	292	305	222	257	321	279	5
100x200	272	327	293	277	333	300	4
120x240	356	538	234	199	258	317	3

5、【編號 L】雲彩紙

(1) 組員紙材尺寸大小彈跳距離記錄

表 26：由小安所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40x80	540	320	350	330	330	470	350	330	342	290
60x120	274	240	390	204	380	275	270	236	290	249
80x160	160	250	405	250	428	480	470	210	258	130
100x200	120	78	120	110	128	100	200	130	70	130

(mm)										
40×80	320	300	500	400	320	530	340	500	300	480
60×120	370	390	360	380	290	430	320	380	380	310
80×160	260	260	340	280	370	250	280	220	240	230
100×200	390	570	400	300	380	390	350	490	450	440
120×240	350	400	340	390	320	330	380	370	360	300

(2)【編號 L】的紙蛙紙張尺寸與彈跳距離記錄統計表

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	小安	小昱	珊珊	阿邦	阿源	平均 彈跳 距離	名次
40×80	365	348	540	294	399	389	1
60×120	281	325	352	329	361	308	2
80×160	304	313	347	282	273	317	3
100×200	119	290	292	249	416	296	4
120×240	110	285	220	247	354	253	5

6、【編號 N】作業簿封面

(1) 組員紙材尺寸大小彈跳距離記錄

表 31：由小安所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40×80	624	434	425	577	544	349	522	688	490	650
60×120	535	467	257	590	426	677	468	433	510	650
80×160	543	440	554	416	330	511	510	440	431	390
100×200	402	302	320	401	340	430	470	444	455	550
120×240	344	280	240	345	266	240	350	313	389	255

表 32：由小昱所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40×80	492	820	436	560	630	640	750	650	550	560
60×120	570	600	475	555	412	610	650	308	320	465
80×160	388	368	312	280	425	448	473	428	390	440

100×200	250	300	543	248	428	280	520	328	290	357
120×240	278	265	248	219	208	282	254	288	328	270

表 33：由珊珊所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40×80	670	430	540	560	570	580	510	420	590	530
60×120	370	440	390	400	780	820	400	710	400	530
80×160	480	530	440	420	330	360	340	350	390	400
100×200	600	390	470	310	260	350	310	380	260	340
120×240	430	420	400	420	470	390	340	440	400	280

表 34：由阿邦所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40×80	310	400	280	250	270	390	200	200	360	240
60×120	240	360	280	396	440	290	250	330	250	380
80×160	340	370	440	320	530	340	530	370	500	630
100×200	290	320	360	340	380	350	380	360	320	320
120×240	415	300	360	370	320	360	310	350	480	410

表 35：由阿源所操控的紙蛙彈跳距離

彈跳距離 (mm) 紙張尺寸 (mm)	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次
40×80	640	490	430	680	500	610	490	870	460	590
60×120	420	430	450	450	420	820	450	400	510	600
80×160	506	410	420	516	600	540	500	340	550	460
100×200	320	290	380	280	270	240	290	430	280	300
120×240	310	280	240	330	220	350	330	360	300	280

(2)【編號 N】的紙蛙紙張尺寸與彈跳距離記錄統計表

彈跳距離 (mm)	小安	小昱	珊珊	阿邦	阿源	平均 彈跳	名次
--------------	----	----	----	----	----	----------	----

紙張尺寸 (mm)						距離	
40×80	530	609	540	290	576	509	1
60×120	501	497	524	322	495	468	2
80×160	457	395	404	437	484	435	3
100×200	411	354	367	342	308	356	4
120×240	302	264	399	368	300	327	5

(四) 根據組員們的記錄表及觀察，發現：

編號	編號 A	編號 D	編號 F	編號 G	編號 L	編號 N
紙材	水彩紙	牛皮紙 信封	信封	手提袋	雲彩紙	作業簿封面
彈跳力最佳的尺寸	60×120	60×120	40×80	40×80	40×80	40×80

(五) 根據組員們的記錄表及觀察，發現：

- 1、彈跳力較佳的尺寸為：40×80 和 60×120
- 2、彈跳力較差的尺寸為：100×200 和 120×240

(六) 結論：

- 1、同樣的材質，尺寸較小的彈跳力較佳。
- 2、編號 A 的結果和編號 D 的兩種紙張卻是 60×120 彈跳比較高。

經討論：

- (1) 編號 A 水彩紙，因為紙質比較厚，尺寸小的 40×80 手指較難操控，彈跳較無法控制。
- (2) 編號 D 因為牛皮紙信封本來就有摺痕，而尺寸小的 40×80 在手指彈跳的地方剛好有摺痕，所以表現不如尺寸大的 60×120。

伍、研究結果

- 一、紙蛙之所以會彈跳，主要是來自於紙張經過摺疊後，產生形變，下壓後物體由於要恢復原狀，對他接觸的物體產生的彈力。
- 二、由於紙蛙須經過摺疊成形，因此厚度過大的紙材無法做為研究對象；過於柔軟的紙材摺出的紙蛙沒有彈力，根本不會跳動，也無法做為研究對象。
- 三、厚度較厚，較硬挺的紙材，經摺疊後紙張的彈力較佳，紙張較輕薄者雖容易摺疊成青蛙，但經摺疊後紙張彈力差，跳不高也跳不遠。
- 四、紙蛙的彈跳與指蛙尺寸有關係，根據實驗結果，尺寸愈小的紙蛙彈跳的距離愈遠。

陸、討論

- 一、紙青蛙的摺法有很多種，本文針對彈跳距離遠近做研究，有些紙蛙跳得高卻跳不遠，對於實驗結果而言，有研究缺失。
- 二、紙材種類繁多，我們能收集到的紙張材質有限，且受限於紙張大小，我們能摺出的紙蛙大小也有限，實驗對象限制頗多。
- 三、紙蛙彈跳次數過多後，會產生彈性疲乏，紙張因手上的汗水或溼氣而變柔軟，會影響其實驗結果，是值得討論的地方。

柒、結論

紙青蛙的摺法有很多種，每種摺法都有其樂趣，跳高跳遠或翻跟斗，十分有趣。紙張的材質和尺寸會影響紙蛙彈跳的距離，我們能夠利用研究中所學習到的摺法，以及實驗後所得到的結果，設計一隻彈跳力十足的跳跳蛙，邀請大家以起「決戰蛙世代」，與同學們進行一場青蛙王子的跳遠比賽。



捌、參考資料及其他

- 王或華 著（1992），《遊戲摺紙》。臺北市：美勞教育出版有限公司出版。
- 大亞紙業/專業教室
<http://www.dayapapers.com.tw/cetacean/front/bin/cglist.phtml?Category=115569>，2011/03/15 瀏覽。
- 維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%BC%B9%E5%8A%9B>，2011/03/15 瀏覽。
- Origami: jumping frog
- <http://www.youtube.com/watch?v=rc9IVHvfzMY&feature=g-vrec&context=G2343ecbRVAAAAAAAAAQ>，2011/03/15 瀏覽。