

中華民國第 51 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

030802

風馳電掣—車頂導流板發電的研究

學校名稱：高雄市立鳳西國民中學

作者： 國二 洪煒傑 國二 楊詠晴 國二 田欣	指導老師： 江怡欣
--	------------------

關鍵詞：車頂導流發電

風馳電掣-車頂導流板發電的研究

壹. 摘要

本研究主要是針對不斷飆漲的國際油價，試圖尋找一個可行的解決方案，尤其是針對公路上數量龐大，耗油量可觀的卡車、貨櫃車族群，希望提供一個既省油又能夠為地球節能減碳作出貢獻的創新實驗。就先由理論出發，從〈功的公式〉〈貝茲法則〉.....等公式中找到對本實驗有助益之處，並且探討了是否會牴觸到「能量守恆原理」。研究方法則包括以「控制變因」、「操縱變因」、「對照實驗」分析各種不同造型擋風板的風阻大小和驗證導流板與受力的關係，研究結果顯示，本創新實驗作動良好，已達成了所預期的初步目標

貳. 研究動機

最近幾年，由於國際原油價格的暴漲，和地球暖化問題的日趨嚴重，「節能減碳」、「開發再生能源」的口號被喊得震天價響，許多科學家和工程師們紛紛投入了再生能源領域的研究、開發，目前，再生能源中被研究最多的是太陽能和風力，尤其是風力發電，由於具有環保無污染，取之不盡、用之不竭...等優點，各式各樣、千奇百怪的風力機紛紛被開發出來。然而，除了這些常見的領域和機種之外，是否還有些其他更具有研究、開發價值的領域尚未被大家所注意和重視呢？所以我們以”節能”和”開發再生能源”這兩個主題為出發點，觀察日常生活中常見的交通工具，以為數眾多的卡車做為我們這次的研究主題，希望在現有的卡車導流板裝置下，加以改良使之達到節能減碳的目的。於是我們在老師的指導下展開了這次的研究，希望能為地球的環境保護和溫室效應問題做出貢獻。

參. 研究目的

1. 探討能源的有關課題
2. 比較風力發電的水平軸風機和垂直軸風機的優缺點
3. 尋找日常生活中可能對「節能減碳」做出重大貢獻的風力發電領域
4. 研究一套具實用性的車用風力發電系統並且作相關的實驗、測試

肆. 研究設備與器材

設備:力學實驗桌、風速計、三用電表、彈簧秤、加熱裝置、照相機

器材:塑膠片、氣仿、壓克力、工業用電扇、迷你發電機、LED燈、塑膠齒輪、軸承、控制電路板

伍. 研究過程與方法

一. 發現問題

隨著世界化石燃料的逐漸枯竭，國際原油價格又逼近了每桶 100 美元大關，油價也逐步地往上調整，各種交通工具首當其衝，尤其為數眾多，耗油量龐大的卡車影響更是非同小可。由於受風面積大，阻力對車子所做的負功極為可觀，為了節省油價的支出，許多車主紛紛在卡車頭上方架設順風板(導流板)(如圖一、二)，希望藉著減少風阻，讓車子更省油以降低營運

成本。

望著南來北往、飛馳而過的大卡車，我們不禁懷疑：要想讓這些車子更省油，更能達到節能減碳，保護地球環保的目標，難道只有這些順風板才是唯一的選項？是否還有其他更好的設計、方案，可以作出更好的貢獻？如果把這些強勁的氣流挪出一部份用來發電，會不會讓車子更省油？會不會抵觸「能量守恆原理」？一連串的問題擺在眼前，我們迫不及待的想找到答案.....



圖一：有順風版的卡車



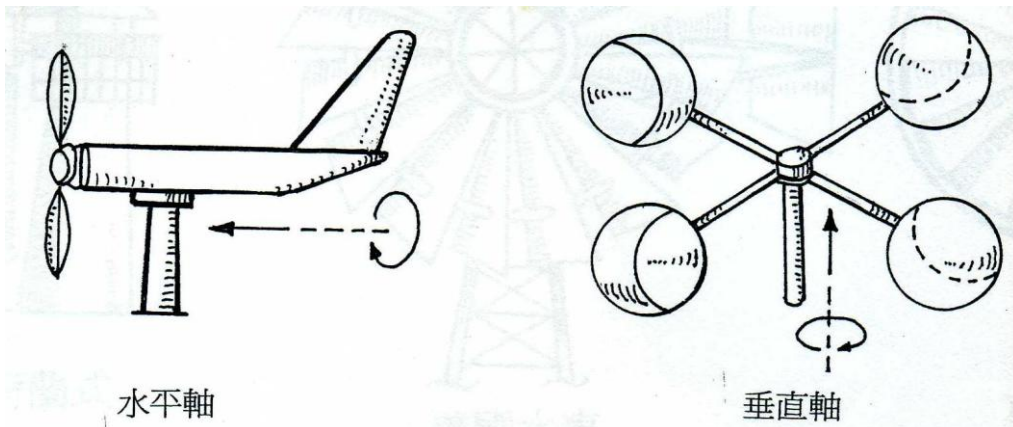
圖二：沒有裝順風版的卡車

二. 文獻蒐集

我們在蒐集有關的文獻和資料之後，發現風力發電機的造型真的是五花八門，數目眾多，「能源應用」這本書上就已經列舉了 20 種，而陳柏雄先生所著的「太陽能、風能裝置」更列舉了多達 50 多種的各式風機（水平、垂直），令人眼花撩亂！

風車種類這麼多，如依其形狀及旋轉軸的方向區分，可歸納出二種最主要的型式：

- 水平軸式轉子
- 垂直軸式轉子



水平軸

垂直軸

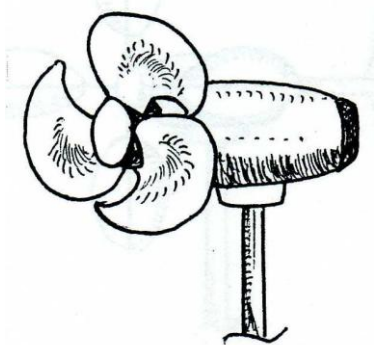
(圖三)

這兩種型式的風力機，各有其優、缺點，我們把它們做了整理之後，歸納出下面的結論。

三. 水平軸和垂直軸風機的比較

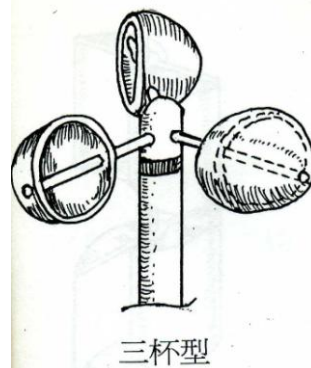
風力發電可分為水平軸和垂直軸兩種類型，各有其優、缺點，水平軸風力發電機的主要優點是它的葉片在垂直軸面上轉動，塔架和基座占用的空間不大，要加大功力和尺寸輕而易舉，因此，目前全世界大型化的風力發電幾乎多是採用水平軸式的，而其主要缺點則是要有追

風裝置、笨重的機電設備裝置很高的塔架上、容易產生風切的噪音…等等。而垂直軸式風機很多方面剛好和水平軸風機相反，例如，垂直軸風力發電機的主要優點是它不風追風裝置、笨重的機電設備裝置可裝置在地面上、幾乎沒有風切的噪音…等等；而垂直式軸風機最主要的缺點是，它的葉片在水平面上轉動，當你想要把它大型化增大功率的時候，葉片掃過的範圍將在地面上佔用極大的面積，對許多設置空間不大的地方，例如，大樓頂端、庭院、沿海公路、船舶上面…等非常不利，將造成設置上的限制和瓶頸，因此，垂直軸式風機幾乎多是用在中小型風力發電上，大型化非常困難。



風扇式

圖四：水平軸揚力風扇式



三杯型

圖五：垂直軸三杯型

四. 理論探討

一般來說，影響垂直軸風機機械效率關係最密切的物理公式，一個是〈功的公式〉，另一個則是〈貝茲法則〉。

(一) 在〈功的公式〉方面

$$W = F \cdot S \cdot \cos \theta, \quad \theta: F \text{ 和 } S \text{ 的夾角}$$

亦即〈功〉 = 〈作用力〉 * 〈沿作用力方向所移動的距離〉

這是一個〈內積〉的關係，當 F 和 S 的夾角 $\theta = 0^\circ$ 時，亦即 F 和 S 互相平行， $\cos \theta$ 的函數值最大，等於 1；而當 F 和 S 的夾角 $\theta = 90^\circ$ 時，亦即 F 和 S 互相垂直， $\cos \theta$ 的函數值最小，等於 0。因此，想要讓機械做最大的功，必須想辦法讓〈作用力〉 F 和〈沿作用力方向所移動的距離〉 S 的方向盡量平行。

以古代的帆船作例子，在蒸汽機還沒發明之前，這些帆船只要在船上掛上一些大型的帆布，靠著風的吹送就可以千里迢迢飄洋過海，由於風的吹送方向和船前進方向接近平行，符合物理的原理，是一種相當有效率的機械作功方式！



圖六：古代帆船

(二)在〈貝茲法則〉Betz' s Law 方面

此法則提到風之可用功率 (available power in the wind) 為：

$$P_w = 1/2 C_p \times \rho \times A \times V_\infty^3$$

式中 P_w ：風之可用功率 (W)
 C_p ：葉片 (或轉子) 效率
 ρ ：空氣密度
 A ：轉子盤面積
 V_∞ ：風速

從這個公式可看出，風之可用功率 P_w 與轉子盤的面積和風速有關，另外，風機加裝導流板，是否會影響其垂直軸機的機械效率，也是我們很想知道的一件事

五. 製作模型

有了理論、公式作基礎之後，我們還需要作一系列的實驗來測試各種造型的物體在不同風速下受力程度的差異。尤其特別值得一提的是，為了儘量減少實驗結果所造成的誤差，我們必須善用「控制變因」的科學方法，以提升實驗的準確性，例如，按照貝茲法則來看，風的可用功率正比於物體與氣流接觸面的投影面積，因此，在製作模型時一定就要充分考慮到這個問題。

我們先經過討論之後，繪製了一些模型草圖，然後到廣告社購買所需材料，並且向老闆請教，學習壓克力的裁切、彎曲、黏合... 等知識和技術，以下是我們的一些製作過程：



圖七：壓克力裁切



圖八：壓克力黏合

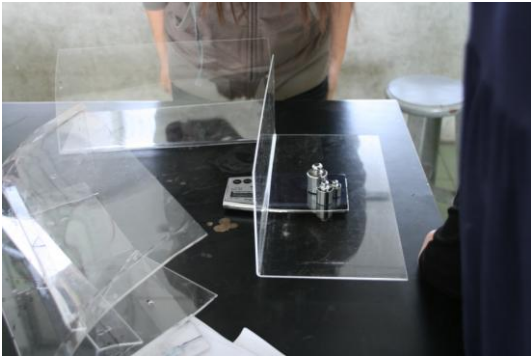
六. 初步實驗測試

為了測試這些製作完成的模型，在各種條件之下的表現，我們利用一些常用的科學方法，如「控制變因」、「操縱變因」等，進行了以下一系列的實驗：

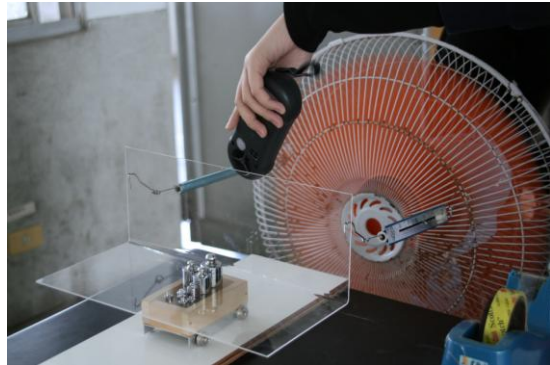
(一)實驗一：風的阻力實驗

1. 實驗目的：測試各種造型的模型在不同風速下受力情形。
2. 實驗步驟：

- (1) 將滑車至於光滑平面上，兩邊各繫上一條彈簧秤在車軸處加一些潤滑油以減少阻力。
- (2) 將 3 種模型分別秤重，準備砝碼或其他重物，調整每個模型的重量，直到 3 個模型重量皆相等。
- (3) 將模型 A 置於滑車上，開動風扇，以風速計測量風速大小，觀察模型受力情形，紀錄之。
- (4) 改變風扇檔位，重複步驟 (2)。
- (5) 將模型 A 換成模型 B，重複步驟 (2)、(3)。
- (6) 將模型 B 換成模型 C，重複步驟 (2)、(3)。



圖九：測量模型加砝碼重量使其等重



圖十：測量風速與模型受力情形

由於模型的投影面積不大，因此，在額定風速之下，所受風的阻力也不太大，一些原本數值較小，實驗時常被忽略的作用力，如：最大靜摩擦力，就顯得相當重要，為了盡量減少這些誤差，我們又作了一些修正實驗。

(二) 實驗二：修正實驗

1. 實驗目的：減少風阻實驗的誤差，測量不同模型在該平面的最大摩擦力

2. 實驗步驟：

- (1) 將實驗一所使用的滑車至於光滑平面上，一端用手加以抬高，觀察滑車開始移動瞬間的斜度，以量角器量出其斜角，紀錄之（或紀錄斜高、斜面長）。
- (2) 將模型 A，置於滑車上面，改變用手抬平面的高度重複步驟 (1)。
- (3) 將模型 A 換成模型 B，重複步驟 (2)
- (4) 將模型 B 換成模型 C，重複步驟 (2)



圖十一：測量移動瞬間的斜面角度

〈說明〉導流板是否會影響到渦輪機的受力大小，也是我們極欲知道的事，因此，我們又進行了以下的實驗

(三)實驗三，導流板實驗

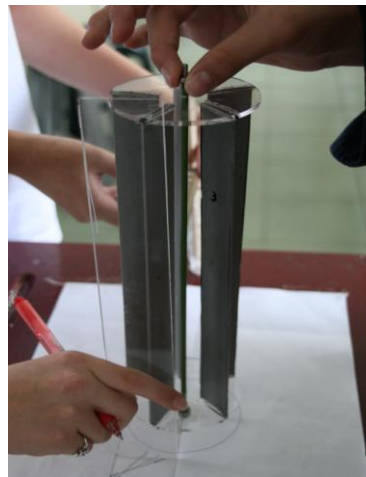
1. 實驗目的：探討導流板角度和風阻大小的關係

2. 實驗步驟：

- (1)將渦輪葉片置於摩擦力甚小的軸承上，輕輕推動，觀察渦輪葉片轉動情形
- (2)將風扇置於渦輪葉片中心軸前方 46 公分處，風扇左移（由葉片方向視之），使其中央對準桌緣，在葉片邊緣切線方向勾住一具彈簧秤，注意彈簧秤是否歸零
- (3)開動風扇，檔位調至「弱」檔，觀察彈簧秤受力情形，紀錄之
- (4)將檔位改調至「中」檔，重複步驟(3)
- (5)將檔位改調至「強」檔，重複步驟(3)
- (6)取一片 4.2cm 寬 30cm 的導流板置於渦輪葉片右前方，使導流板偏離氣流方向 90 度夾角 θ_1 ，板子的左邊對齊葉片邊緣將風扇檔位固定在「1」檔並開動之，觀察彈簧秤受力情形，紀錄之(包括 θ)
- (7)改變導流板與氣流方向的夾角 θ_2 為 60 度，重複步驟(6)
- (8)改變導流板與氣流方向的夾角 θ_3 為 45 度，重複步驟(6)
- (9)改變導流板與氣流方向的夾角 θ_4 為 30 度，重複步驟(6)
- (10)(導流板與葉片最近距離約相距 0.5cm)



圖十二：測量葉片受力情形

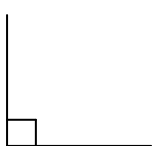


圖十三：測試加上擋風板後的受力

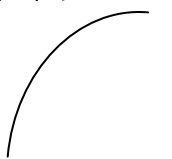
七、實驗結果

(一) 實驗一：風的阻力實驗

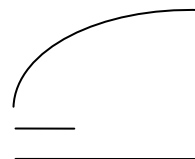
◎三種模型的代號與圖形



模型 A



模型 B



模型 C

模型 A: 重量 380.90 克重 (加砝碼)

	類別	經過 0.5 分鐘	經過 1 分鐘	經過 1.5 分鐘	平均
弱	風速	4.0 m/s	4.5m/s	5.5m/s	4.67 m/s
	左邊彈簧秤	50.0	52.5	50.0	50.8
	右邊彈簧秤	45.0	35.0gw	55.0	45.0
小計		95.0	87.5	105.0	
摩擦力		22.7	22.7	22.7	
總計		117.7	110.2	127.7	118.5
中	風速	6.1m/s	6.5m/s	5.3m/s	5.97 m/s
	左邊彈簧秤	70.0	65.0	60.0	65.0
	右邊彈簧秤	67.5	65.0	65.0	65.8
小計		137.5	130.0	125.0	
摩擦力		22.7	22.7	22.7	
總計		160.2	152.7	147.7	153.5
強	風速	7.15m/s	7.8m/s	9.9m/s	8.28 m/s
	左邊彈簧秤	70.0	75.0	75.0	73.3
	右邊彈簧秤	70.0	80.0	65.0	71.6
小計		140.0	155.0	140.0	
摩擦力		22.7	22.7	22.7	
總計		162.7	177.7	162.7	167.7

表一 (實驗結果中的摩擦力修正請參閱實驗二) 單位: 公克重

模型 B: 重量 380.70 克重 (加砝碼)

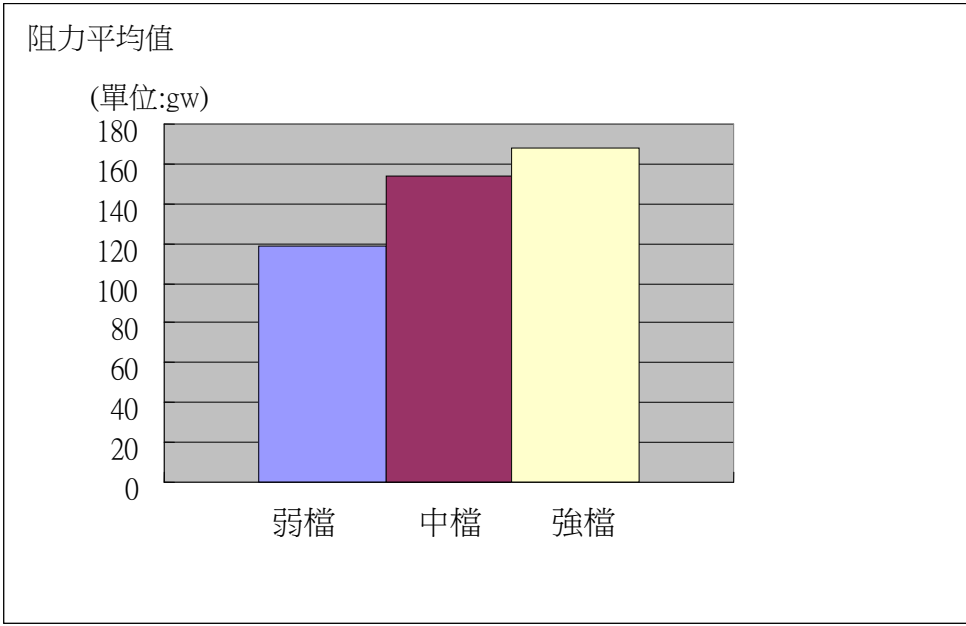
	類別	經過 0.5 分鐘	經過 1 分鐘	經過 1.5 分鐘	平均
弱	風速	8.1m/s	6.7m/s	5.7m/s	6.83 m/s
	左邊彈簧秤	30.0	37.5	40.0	35.8
	右邊彈簧秤	40.0	45.0	45.0	43.3
小計		70.0	82.5	85.0	
摩擦力		22.7	22.7	22.7	
總計		92.7	105.0	108.0	101.9
中	風速	7.2m/s	8.3m/s	8.9m/s	8.1m/s
	左邊彈簧秤	45.0	50.0	42.5	45.8
	右邊彈簧秤	52.5	57.5	50	53.3
小計		97.5	107.5	92.5	
摩擦力		22.7	22.7	22.7	
總計		120.2	130.2	115.2	121.9
強	風速	10.1 m/s	10.0 m/s	9.4 m/s	9.83 m/s
	左邊彈簧秤	55.0	57.5	50.0	54.2
	右邊彈簧秤	65.0	60.0	55.0	60.0
小計		120.0	117.5	105.0	
摩擦力		22.7	22.7	22.7	
總計		142.7	140.2	127.7	136.9

表二 (實驗結果中的摩擦力修正請參閱實驗二) 單位: 公克重

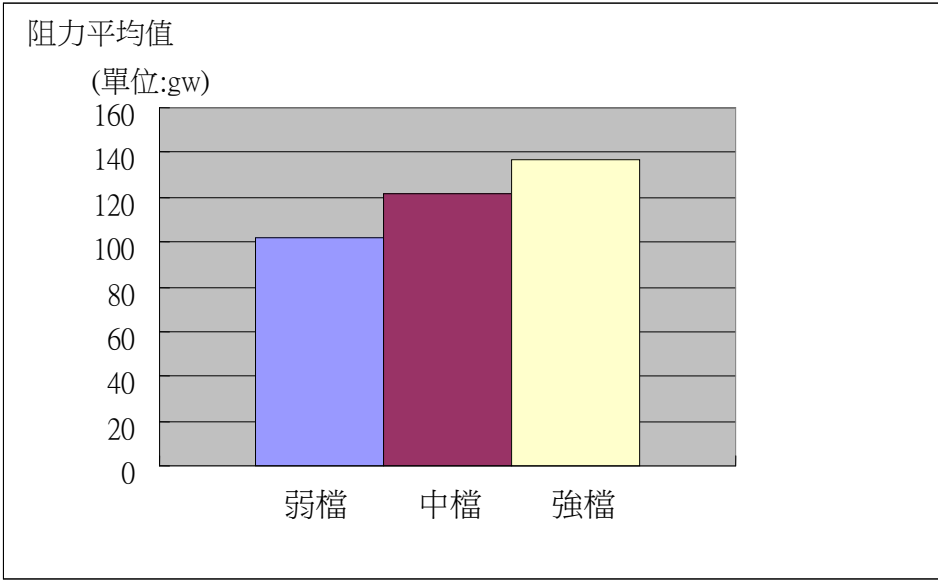
模型 C: 重量 380.80 克重

	類別	經過 0.5 分鐘	經過 1 分鐘	經過 1.5 分鐘	平均
弱	風速	8.4m/s	9 m/s	8.3 m/s	8.57 m/s
	左邊彈簧秤	20.0	15.0	20.0	18.3
	右邊彈簧秤	20.0	25.0	27.5	24.1
小計		40.0	40.0	47.5	
摩擦力		22.7	22.7	22.7	
總計		62.7	62.7	70.2	65.2
中	風速	8.4 m/s	9 m/s	8.3 m/s	10.10
	左邊彈簧秤	20.0	15.0	20.0	25.0
	右邊彈簧秤	20.0	25.0	27.5	32.5
小計		57.5	55.0	60.0	
摩擦力		22.7	22.7	22.7	
總計		80.2	77.7	82.7	80.2
強	風速	8.4 m/s	9 m/s	8.3 m/s	10.70
	左邊彈簧秤	20.0	15.0	20.0	26.7
	右邊彈簧秤	20.0	25.0	27.5	40.8
小計		65.0	67.5	70.0	
摩擦力		22.7	22.7	22.7	22.7
總計		87.7	90.2	92.7	90.2

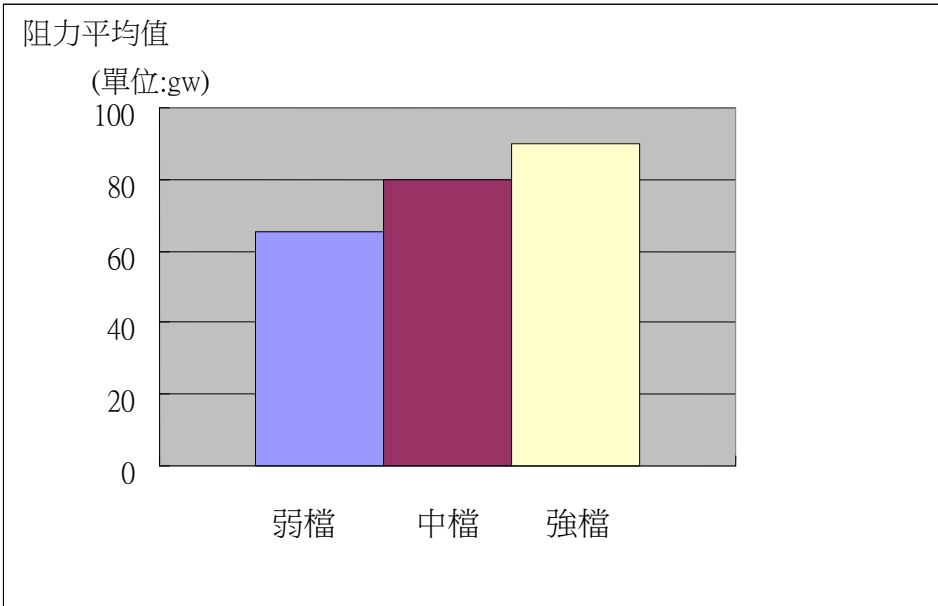
表三 (實驗結果中的摩擦力修正請參閱實驗二) 單位: 公克重



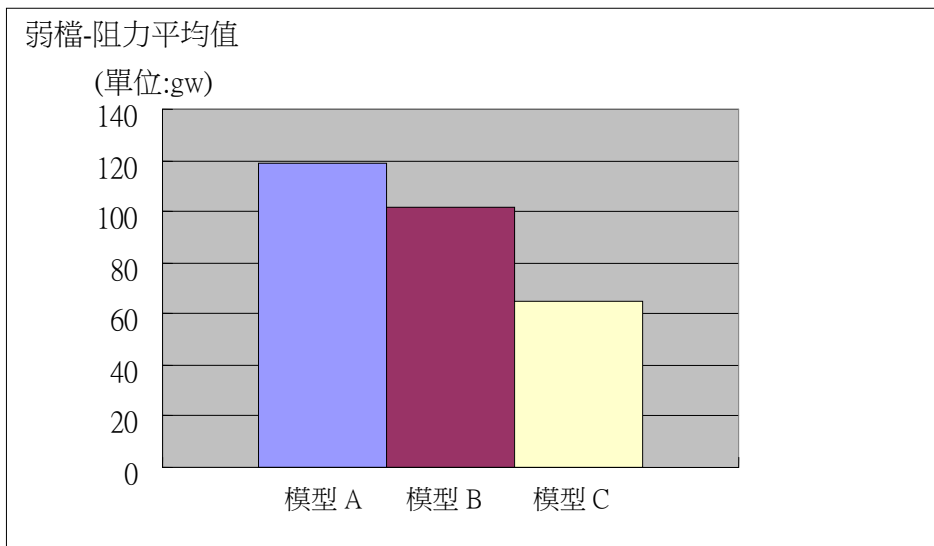
圖十四 模型 A 在不同風力檔位所受阻力的平均值



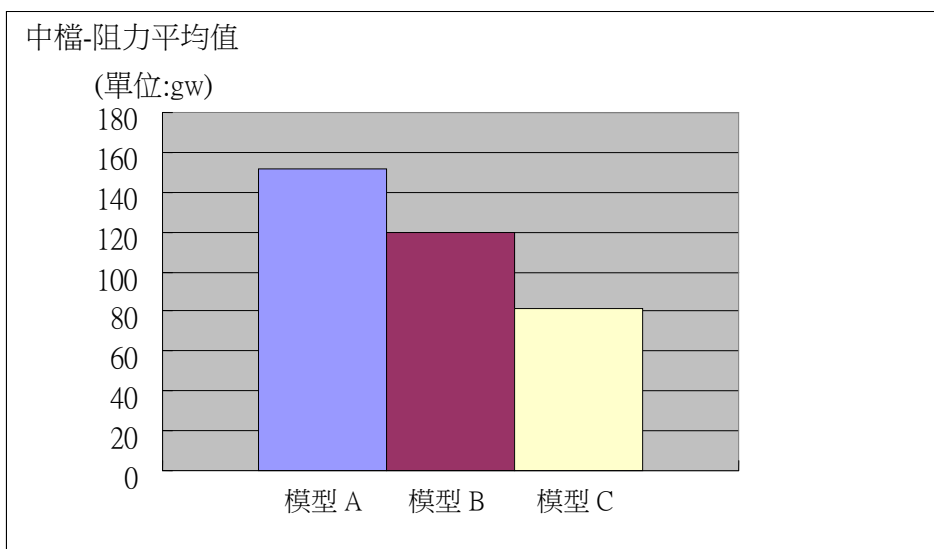
圖十五 模型 B 在不同風力檔位所受阻力的平均值



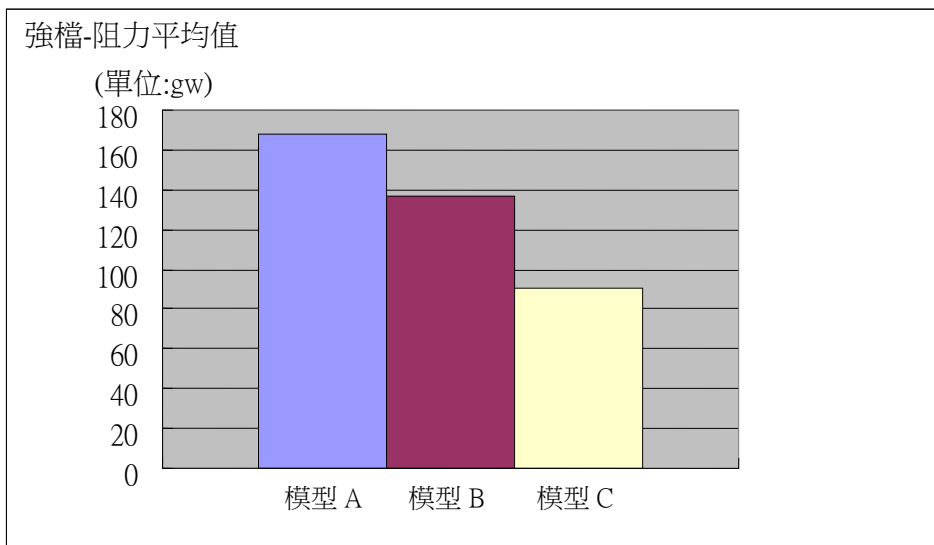
圖十六 模型 C 在不同風力檔位所受阻力的平均值



圖十七 不同模型在風力弱檔時所受阻力的平均值

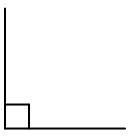
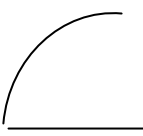
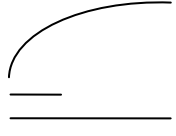


圖十八 不同模型在風力中檔時所受阻力的平均值



圖十九 不同模型在風力強檔時所受阻力的平均值

(二) 實驗二：修正實驗

模型類型				平均
	模型 A	模型 B	模型 C	
木車瞬間移動的角度	2.9°	2.5°	2.5°	2.63°

小木車加上模型的重約為 493.60 公克

表四

$$\begin{aligned}
 \text{斜面上最大靜摩擦力} &= \text{斜面下滑的分力} \\
 &= W \times \sin 2.63^\circ \\
 &= 493.60 \times 0.045944 \\
 &= 22.68 \text{ (gw)}
 \end{aligned}$$

但又因在斜面上與在平面上的正向力不同，所以再經換算：

$$\text{斜面正向力} = W \times \cos 2.63^\circ = 493.08 \text{ gw}$$

因為正向力與最大靜摩擦力成正比：

$$493.08 / 22.68 = 493.60 / \text{平面上最大靜摩擦力}$$

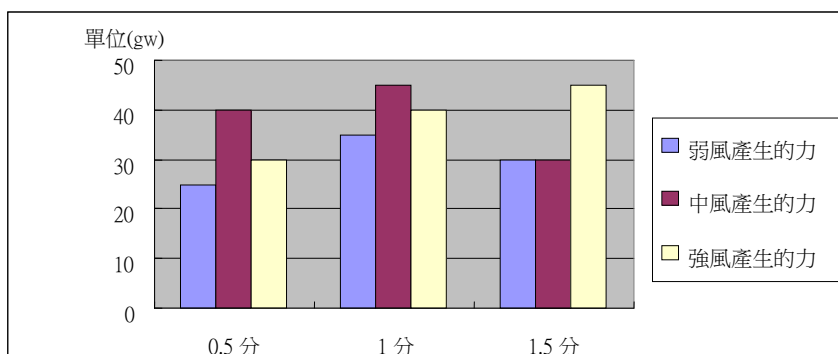
由此可得出木車加模型在平面上的最大靜摩擦力為 **22.70gw**

(三) 實驗三，導流板實驗

1. 未加導流板時葉片受力情形：

時間 \ 強度	0.5 分	1 分	1.5 分	平均
弱風產生的力	25.0	35.0	30.0	30.0
中風產生的力	40.0	45.0	30.0	38.3
強風產生的力	30.0	40.0	45.0	38.3

表五 單位：公克重

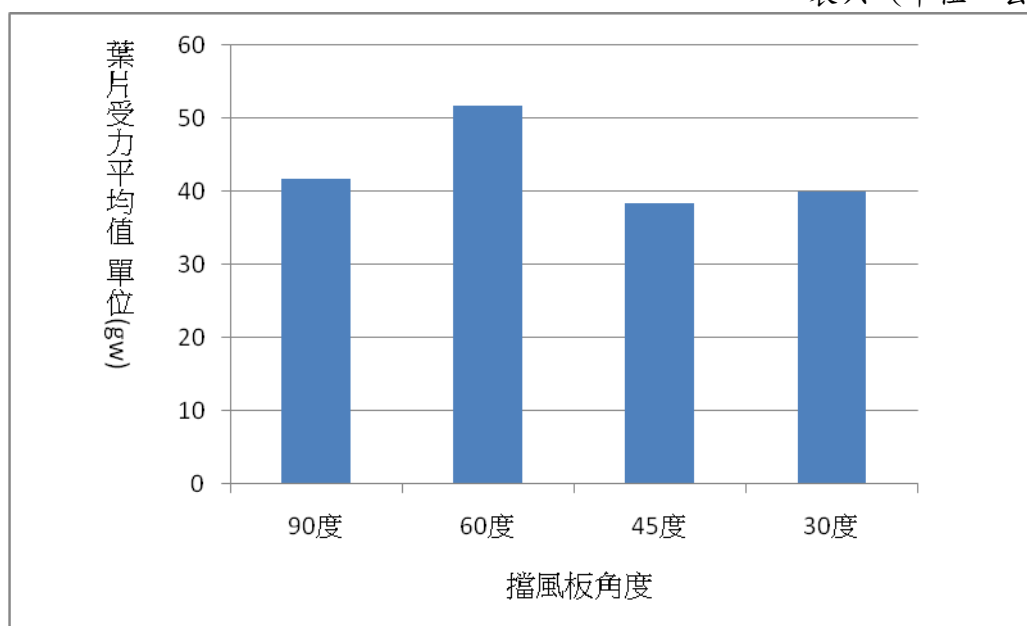


圖二十 未裝導流板的受力情形

2. 在不同角度加上導流板以強風的檔位測試葉片受力情形：

時間 擋風板角度	0.5 分	1 分	.1.5 分	平均
90 度	30.0	45.0	45.0	41.7
60 度	50.0	55.0	50.0	51.7
45 度	35.0	35.0	45.0	38.3
30 度	40.0	40.0	40.0	40.0

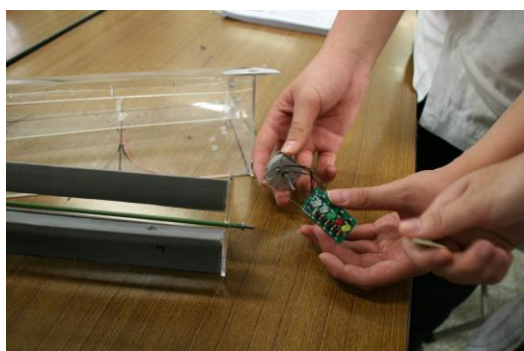
表六 (單位：公克重)



圖二十一 擋風板角度和葉片受力關係圖

八. 研製創新設計

經過了以上一系列的理論探討和實驗測試之後，我們對車用型風力發電裝置充滿了信心和期待，於是我們經過討論之後，把有用的觀念和結論保留，然後繪製成設計草圖，並且把它實際製成一個約 1：5 縮尺模型，以便作進一步的測試，此模型除了特殊造型的導流板(順風板)和渦輪機之外，我們還加上變速齒輪組，且裝上一個迷你發電機，控制電路板和 LED，然後拿到實驗室作測試。



圖二十二 組裝模型



圖二十三 模型測試

九. 模型實驗測試

(一) 實驗四：模型發電量實驗

1. 實驗目的：測試本設計的發電情形和效率

2. 實驗步驟：

(1) 風速計置於實驗桌邊待會兒模型準備要放置的地方，將風扇置於其正前方 26.0 公分處，(即中心線互相對齊)。

(2) 開動風扇，檔位置於「弱」檔，每隔半分鐘測量一次，風速大小，紀錄之

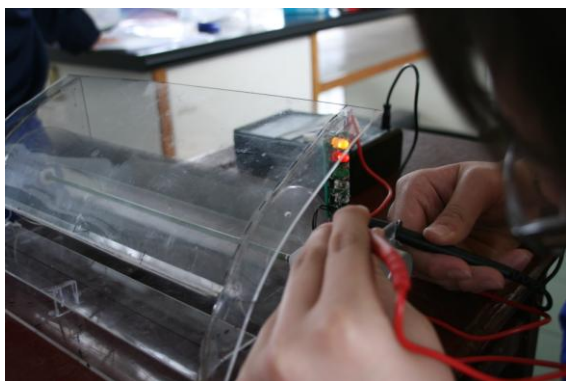
(3) 檔位分別置於「中」檔和「強」檔，開動風扇，重複步驟 (2)

(4) 拿走風速計將縮尺模型置於原位並且加以固定連接電壓計和電流計，風扇維持在原地不動

(5) 以「弱」檔檔位開動風扇，測量電壓計和電流計讀數，紀錄之

(6) 以「中」檔檔位開動風扇，重複步驟(5)

(7) 以「強」檔檔位開動風扇，重複步驟(5)



圖二十四 測量電流



圖二十五 測量電壓

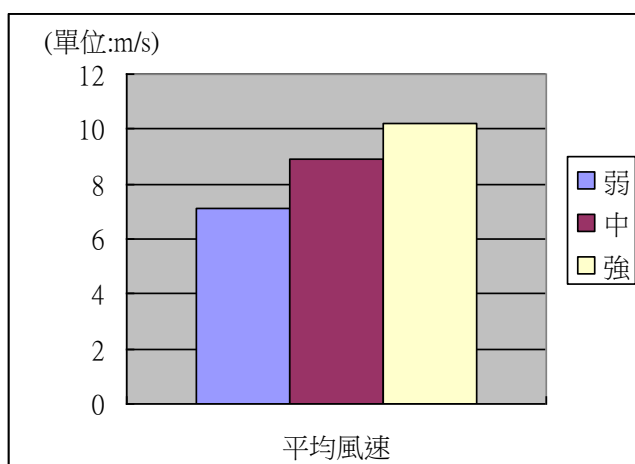
(二) 實驗結果

1. 風速的測量

風速計與風扇葉片距離 26 公分

時間 強度	0.5 分	1 分	1.5 分	平均
	弱	7.1	7.4	6.8
中	9.5	7.8	9.4	8.9
強	10.0	9.5	11.2	10.2

表七 (單位:m/s)



圖二十四 不同檔位的平均風速比較

● 電流

葉片至風扇=26cm

時間 \ 風速	0.5 分	1 分	1.5 分
弱風電流	-3~+3(微安培)	-3~+3(微安培)	-3~+3(微安培)
中風電流	-3~+3(微安培)	-3~+3(微安培)	-3~+3(微安培)
強風電流	-3~+3(微安培)	-3~+3(微安培)	-3~+3(微安培)

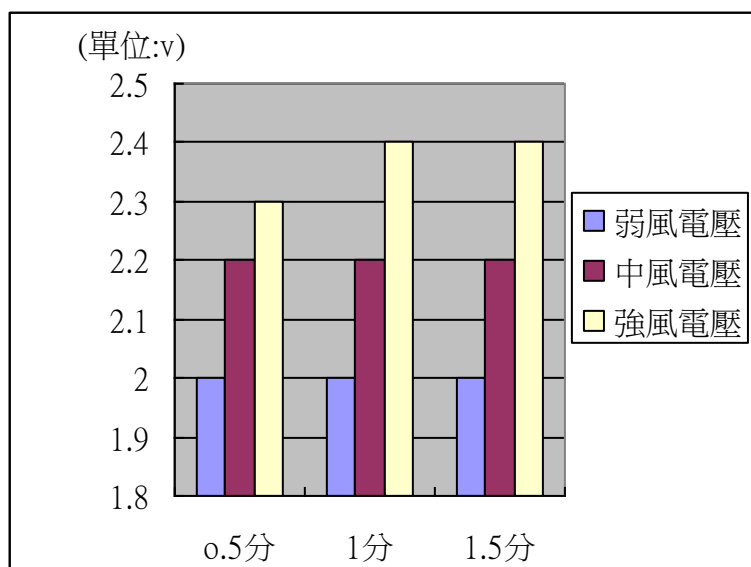
表八

● 電壓

葉片至風扇=26cm

時間 \ 風速	0.5 分	1 分	1.5 分	平均
弱風電壓	2v	2v	2v	2v
中風電壓	2.2 v	2.2 v	2.2 v	2.2v
強風電壓	2.3v	2.4v	2.4v	2.4v

表九



圖二十五 測量不同風力檔位下發電電壓

陸、討論

1. 這樣的設計會不會抵觸「能量守恆原理」？

A：「能量守恆原理」告訴我們，不管能量如何變化，一個系統中的總能量不增加也不減少。剛開始我們也注意到這個問題擔心經由這個裝置所萃取到的能量，是因為卡車額外消耗更多燃料而獲得，但是經過我們的實驗測試之後(請參閱實驗一~四的過程和結果)，我們發現這個顧慮是多餘的，它是屬於一種「不用白不用」的綠色能源。尤其值得一提的是，當車子平時呈靜止狀態時，只要有風從車頭前方吹過來，渦輪機依然可以不斷地轉動，產生源源不絕的電力儲存到蓄電池中或供作它用。

2. 物體形狀與風阻大小關係為何？

A：由表一~三、圖十四~十九可看出，物體形狀和風阻大小關係非常密切，三者所受風阻大小關係為A>B>C。一般而言，外型愈「流線」的物體，其所受的風阻也愈小，由模型A與模型B比較可看出。若兩者外型相似，則影響風阻大小最重要的因素是「受風面積」大小，由模型B與模型C的受力可比較得知。

3. 導流板的有無會不會影響系統的機械效率？

A：由實驗三的表五、表六結果可看出，有加裝導流板(不論哪種角度)的葉片受力均大於未加裝導流板的渦輪葉片，這可能是未加裝導流板的渦輪葉片在氣流作用之下，由於順時中方向與逆時鐘方向所受到的力矩大不相同，兩邊互相抵消之後，葉片仍然會往力矩較大的方向轉動，不過其機械的效率卻很不理想，這是由於該較小力矩對系統作了〈負功〉，把一些有用的能量卻抵銷掉了，因此，導流板的設置對垂直軸式風機是必要的！

4. 導流板的夾角與渦輪葉片的受力大小是否有關？

A：由實驗三的表六和圖二十一可看出，導流板的夾角與渦輪機葉片的受力大小有關，而且可能存在某種數學函數關係，不過，由於本研究所使用的儀器靈敏度不高，誤差值相當大，要找出這個數學函數關係十分困難。不過依據表六可以看出導流板和氣流方向成60°時葉片受力最大，而方向為90°時受力反而不是最大，我們推測可能是當導流板夾角成90°時雖剛好擋住一半的氣流但是導出氣流也會干擾到另一邊推向葉片的氣流，所以效果不佳。而導流板夾角成60°時導出的氣流剛好順勢導向葉片的方向，所以使得葉片的受力最大。

5. 本創新裝置的機械效率如何？

A：依據貝茲法則我們可計算出本裝置理論上可輸出的功率為：

$$P_w = 1/2 C_p \times \rho \times A \times V_\infty^3$$

$$P_w = 1/2 \times 0.4 \times 1.292 \times 141.5/10^4 \times 10.2^3 = 3.88 \text{w}$$

但依照我們測量的電流和電壓算出實際輸出最大功率為：

$$P = IV = 6 \times 10^{-6} \text{A} \times 2.4 \text{V} = 1.44 \times 10^{-5} \text{w}$$

由兩者比較可以看出本裝置的機械效率頗低，探究其原因可能是本初步裝置模型在裝設的過程中，包括葉片的材質、葉片轉軸、齒輪組材質和齒數比的配合、發電機的效能等等都沒有達到最佳化，使得在能量傳輸的過程中耗損太多，以至於效率不佳。但是我們相信若

再加以改良、修正後還是可以做為提供給卡車一個既省油又能夠節能減碳的實用裝置。

6. 模型發電量與風扇「檔位」的關係為何？

A：由表七可看出風扇的檔位與風速並非成正比的關係，其原因除了與電功率太小、摩擦力大小等因素有關之外，還有一個更重要的因素，即是風扇的「終端轉速」和氣流的「終端速度」，因此當風扇開在「強」檔位時，電壓計讀數也會隨著增大，但並不成正比的關係

柒. 結論與建議：

1. 未加裝順風板的車輛阻力最大，進而消耗更多的燃料以抵抗阻力所作的負功，是最不節能減碳的；加裝一般順風板的車輛阻力會變小，比較節省燃料；若加裝本導流發電裝置，則不但可以節省最多的燃料支出，而且連平時車輛靜止時，還可以善用周圍的風力來發電，將可達到最佳的節能減碳效果。
2. 參考其他的文獻，例如：台灣風力學術研討會論文集，我們也發現到類似的結論，顯示〈功的公式〉在風力發電機的機械效率上扮演一個關鍵的角色，導流板的裝置可以導引外界氣流已接近平行的方向推動渦輪機的葉片，而讓渦輪機作最大的功進而提升該系統的機械效率。
3. 由貝茲法則看來，除了導流板的有無會影響到風機的功率因素 C_p ，進而影響到整個系統的機械效率之外，另外還有一個變因是吾人可以掌控，並且會影響到風機的可用功率的，那就是本裝置的受風面積大小，若受風面積太小，則萃取風能不大、實用性將大打折扣；若受風面積太大(即超出本裝置在水平方向的投影面積)則增加的風能萃取功率仍然必須由增加車輛燃料支出補償回來，也是得不償失；因此，最佳的受風面積應該等於本裝置在水平方向的投影面。
4. 風能是一種取之不盡、用之不竭的乾淨能源，對政府有關單位來說也是一項「無悔」的政策，應該儘早推動一些獎勵辦法，積極開發此種綠色能源，才能為「節能減碳」作出實質的貢獻

捌、參考資料

1. 黃文良、黃昭睿(民85)。能源應用。台北市：東華書局。
2. 陳柏雄(民89)。太陽能，風能發電裝置。
3. 中華民國第48屆中小學科學展覽會，第一名優勝作品專輯(民97)。國立台灣科學教育館
4. 國民中學 自然與生活科技第六冊第5章珍惜常用的資源(民100)。南一書局
5. 高中基礎物理第七章能量與生活(民95)。龍騰文化事業股份有限公司
6. <http://www14.plala.or.jp/bunarinn/dairyA/encarta/dairy/EncartaAA/mongoroidotohune/mongoroidotohune.html>

【評語】 030802

1. 利用不同模型討論風阻差異，期能達到節能的目的。對於模型 A 的解釋適應注意，它應是對應於車頭上方加上 L 型順風板而非未加裝順風板。
2. 加裝風機，期能達成發電節能及效率提高的設計，導流板的角度的變因探討的確對效率提高有所影響。
3. 對於效率之理論與實驗的差異相當大，可以作更仔細的探討，以解釋這個問題。