

屏東縣第64屆中小學科學展覽會

研究計畫書

科別：物理科

組別：國中組

作品名稱：白浪滔滔我不晃-船隻阻尼器研究

關鍵詞：船、阻尼、角動量

編號：B2012

壹、前言

一、研究動機

在現在運輸業發展進步的現在，由其又於船運為最為多寡，船隻運行中總是會遇到海浪的拍打還一些因素的撞擊，造成船隻晃動，晃動不僅會造成貨物損壞更有可能造成駕駛和乘客的不適。為此我們想到台北101大樓有裝設可以減震的阻尼器，要是能把這個阻尼器裝在船隻上，是否也能產生同樣的效果呢?為了驗證此問題我們就此展開研究。

二、研究目的

- (1) 探討有無阻尼器造成船隻的晃動強弱
- (2) 探討阻尼器的重量是否會影響晃動強弱
- (3) 探討阻尼器的旋轉速度是否會影響晃動強弱

三、文獻探討

(1) 阻尼器:

阻尼器是一種用於減少或吸收機械系統振動和震動的裝置。它們通常應用於各種機械設備和結構中，以確保系統的穩定性和可靠性。以下是阻尼器的一些常見類型和應用：

1. **液壓阻尼器**：液壓阻尼器利用流體的阻力來減緩或吸收機械系統的運動。它們通常由液壓缸和阻尼流體（通常是油）組成，當機械系統運動時，阻尼器內的流體會產生阻力，減緩系統的運動速度。
2. **彈簧阻尼器**：彈簧阻尼器使用彈簧的彈性來吸收系統的振動能量。當系統受到外部振動或震動時，彈簧會彎曲或壓縮，從而減緩系統的運動。
3. **摩擦阻尼器**：摩擦阻尼器通常由摩擦材料（如橡膠或塑料）製成，當系統運動時，摩擦阻尼器會產生摩擦力，從而減緩或吸收系統的振動。
4. **空氣阻尼器**：空氣阻尼器利用空氣的壓縮性來減緩系統的振動。當系統運動時，空氣阻尼器內的空氣會壓縮，從而吸收振動能量。

阻尼器的選擇取決於特定應用的要求，例如所需的阻尼效果、工作環境條件以及系統的運動特性。通常會根據這些因素來選擇適合的阻尼器，以確保系統的穩定性和性能。

(二) 角動量守恆:

角動量守恆是物理學中一個重要的原理，它描述了一個系統在沒有外部扭力作用下，其總角動量保持不變的現象。這個原理可以用數學形式來表示：

$$L_i = L_f$$

其中， L_i 是系統在初始狀態下的總角動量， L_f 是系統在最終狀態下的總角動量。

這個原理通常應用於描述各種物理系統，例如剛體轉動、行星運動、原子核物理等等。在這些系統中，即使有些部分的角動量發生變化，但整個系統的總角動量仍然保持不變。

例如，當一個剛體在沒有外部扭力作用下轉動時，其角動量守恆的數學表示為：

$$L_i = I_i \cdot \omega_i = I_f \cdot \omega_f = L_f$$

其中， I_i 和 I_f 分別是剛體在初始和最終狀態下的轉動慣量， ω_i 和 ω_f 分別是初始和最終狀態下的角速度。

角動量守恆原理是物理學中一個非常重要的基本原理，它在解釋和預測許多自然現象和工程應用中起著關鍵作用。

(三) 測量軟體(phyphox):

Phyphox是一個用於科學實驗和教育的免費開源移動應用程式，可在iOS和Android平台上使用。它提供了各種用於數據收集、處理和分析的傳感器功能，例如加速度計、陀螺儀、磁力計、麥克風等等。Phyphox的名字是來自於物理實驗室和手機的組合。

使用Phyphox，你可以進行各種實驗，從基本的運動學和動量實驗，到聲音和光學實驗，甚至包括量子物理學和天文學。它的界面直觀易用，並且具有豐富的實驗模板，也支持用戶自定義實驗。

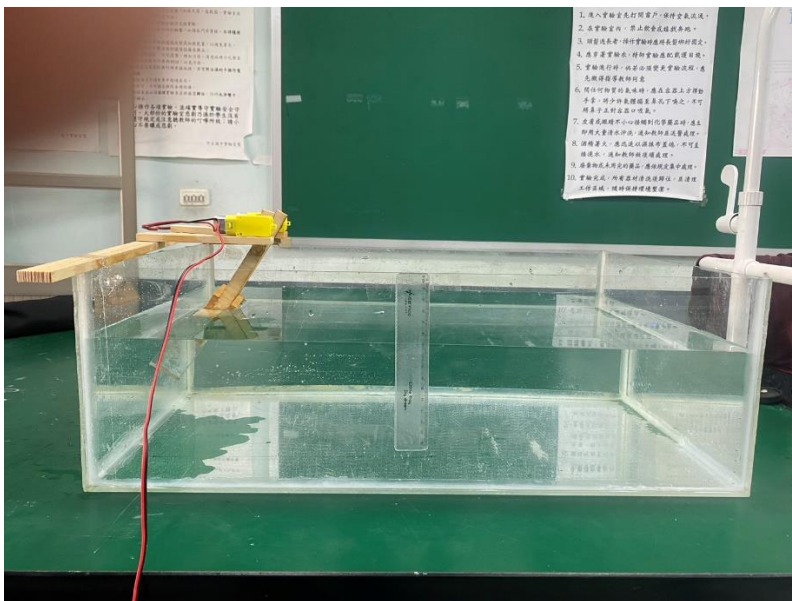
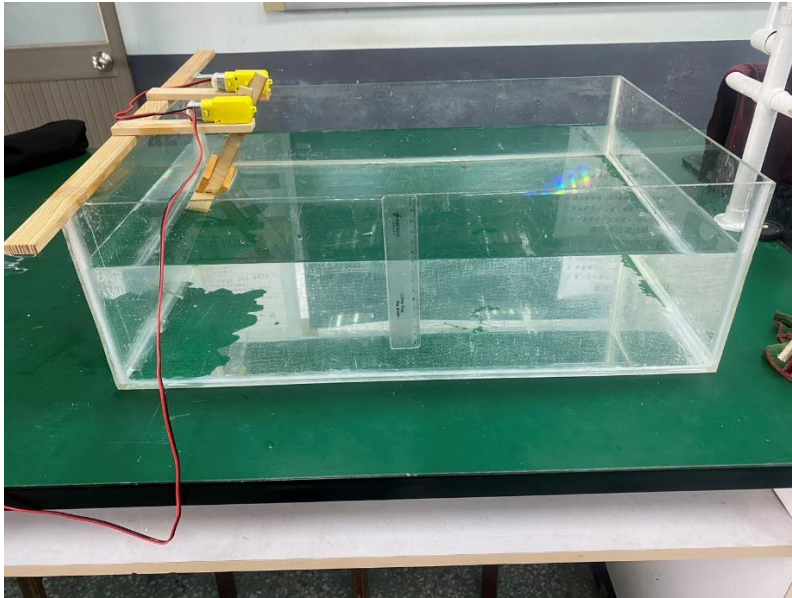
此外，Phyphox還提供了將數據導出到電子表格軟件（如Excel）或者進行實時數據共享的功能，這讓它成為一個非常實用的科學教學和研究工具。

貳、研究設備及器材

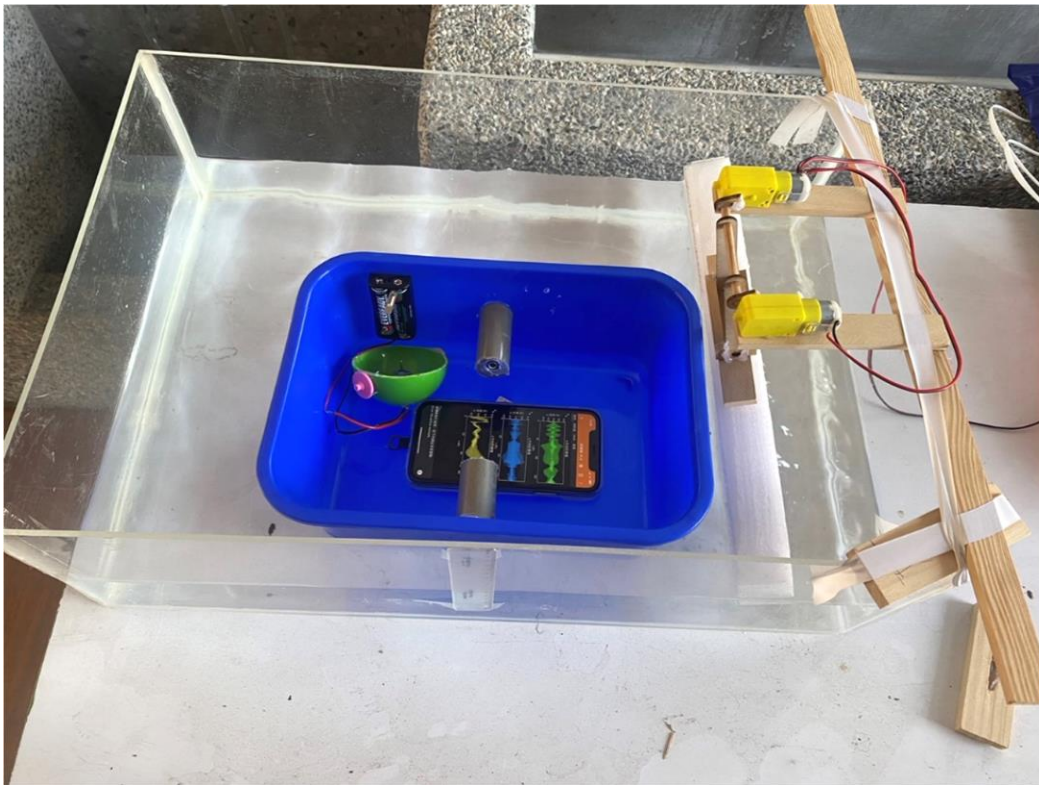
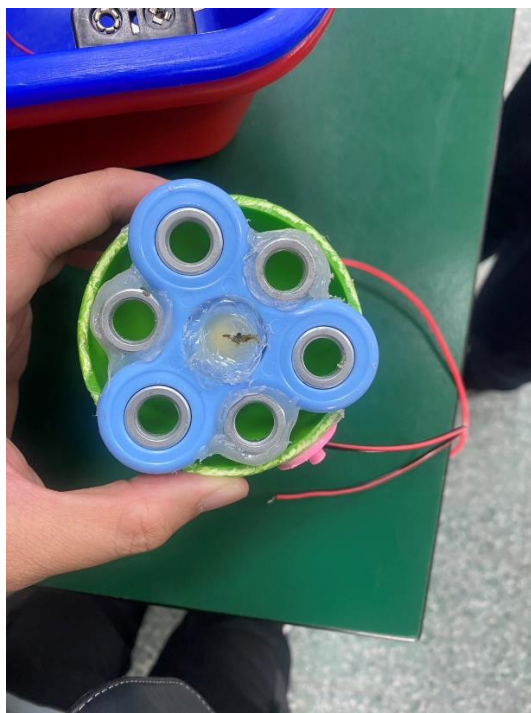
一、實驗設備:

電烙鐵、烙鐵架、熱熔膠槍、熱熔膠條、塑膠盤兩個、指尖陀螺、扭蛋殼、電池、馬達、斜口鉗、水管、焊錫、手機、APP(phyphox)。

二、自製起波器

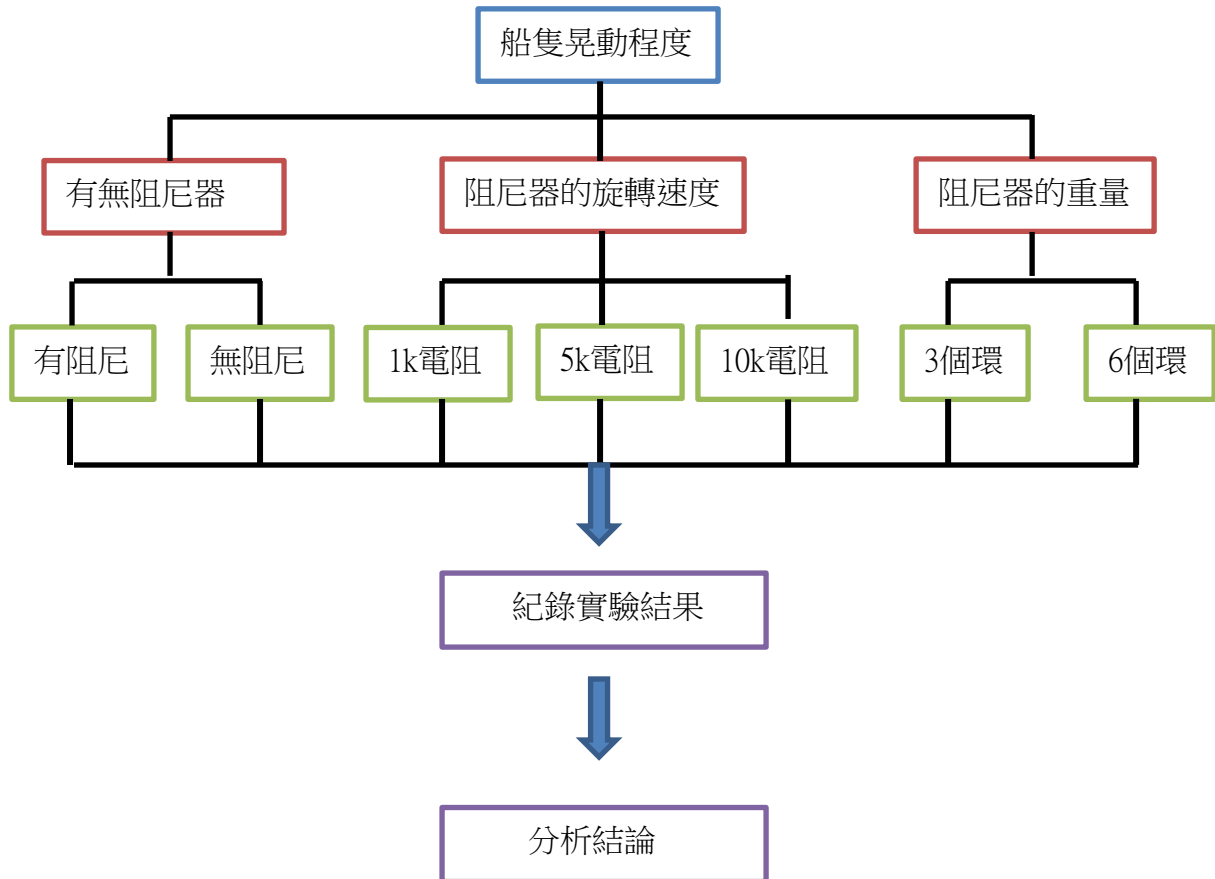


三、自製阻尼器



參、研究過程與方法

一、研究架構:



二、實驗步驟:

實驗一、探討有無阻尼器造成船隻的晃動強弱

- (1) 架設好自製的起波器，並將壓克力水槽注水至固定高度。
- (2) 放入沒有裝阻尼器的船隻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (3) 放入有裝阻尼器的船隻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (4) 紀錄實驗數據並分析。

實驗二、探討探討阻尼器的旋轉速度不同時船隻的晃動強弱

- (1) 架設好自製的起波器，並將壓克力水槽注水至固定高度。
- (2) 放入沒有裝阻尼器的船隻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (3) 放入有裝阻尼器的船隻，使用1k的可變電阻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (4) 放入有裝阻尼器的船隻，使用5k的可變電阻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (5) 放入有裝阻尼器的船隻，使用10k的可變電阻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (6) 紀錄實驗數據並分析。

實驗三、探討增加指尖陀螺的重量不同時船隻的晃動強弱

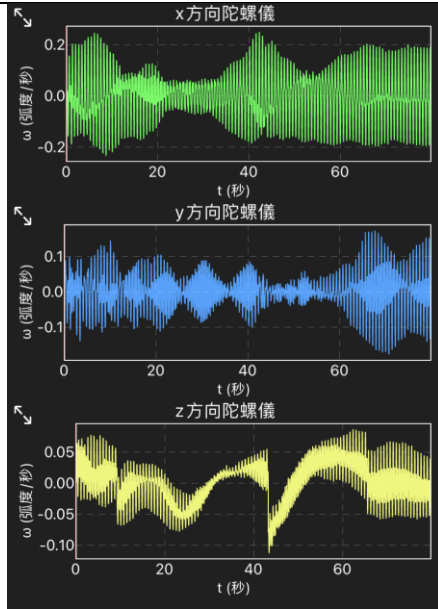
- (1) 架設好自製的起波器，並將壓克力水槽注水至固定高度。
- (2) 放入沒有裝阻尼器的船隻，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (3) 放入有裝阻尼器的船隻，使用3個金屬環的指尖陀螺，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (4) 放入有裝阻尼器的船隻，使用6個金屬環的指尖陀螺，打開起波器開關，紀錄80秒後關閉開關。
- (5) 紀錄實驗數據並分析。

肆、研究結果

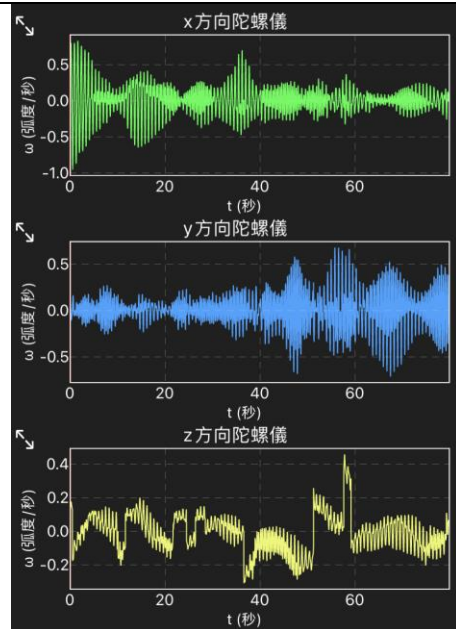
實驗一: 探討有無阻尼器造成船隻的晃動強弱

實驗組數	無阻尼	有阻尼
第一組	<div style="text-align: center;"> <p>x方向陀螺儀 y方向陀螺儀 z方向陀螺儀</p> <p>x方向陀螺儀 0.035 弧度/秒 y方向陀螺儀 0.055 弧度/秒 z方向陀螺儀 -0.035 弧度/秒 絕對值 0.074 弧度/秒</p> </div>	<div style="text-align: center;"> <p>x方向陀螺儀 y方向陀螺儀 z方向陀螺儀</p> <p>x方向陀螺儀 -0.215 弧度/秒 y方向陀螺儀 -0.254 弧度/秒 z方向陀螺儀 -0.109 弧度/秒 絕對值 0.350 弧度/秒</p> </div>
第二組	<div style="text-align: center;"> <p>x方向陀螺儀 y方向陀螺儀 z方向陀螺儀</p> <p>x方向陀螺儀 -0.183 弧度/秒 y方向陀螺儀 -0.163 弧度/秒 z方向陀螺儀 -0.075 弧度/秒 絕對值 0.256 弧度/秒</p> </div>	<div style="text-align: center;"> <p>x方向陀螺儀 y方向陀螺儀 z方向陀螺儀</p> <p>x方向陀螺儀 -0.183 弧度/秒 y方向陀螺儀 -0.163 弧度/秒 z方向陀螺儀 -0.075 弧度/秒 絕對值 0.256 弧度/秒</p> </div>

第三組

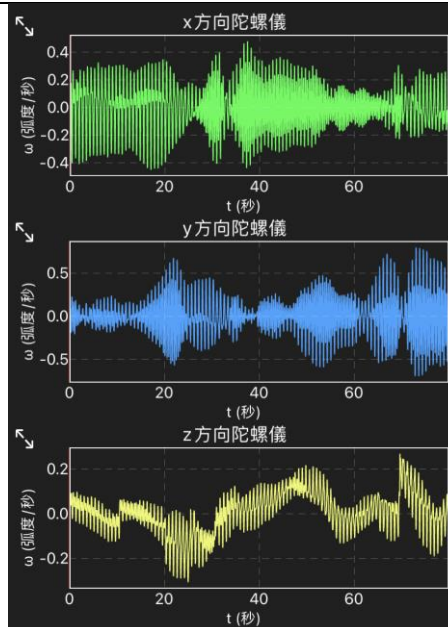


x方向陀螺儀 **-0.024** 弧度/秒
y方向陀螺儀 **-0.034** 弧度/秒
z方向陀螺儀 **-0.019** 弧度/秒
絕對值 **0.046** 弧度/秒

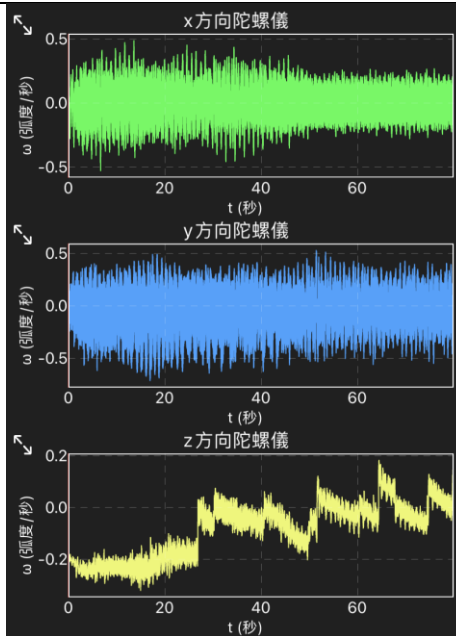


x方向陀螺儀 **0.631** 弧度/秒
y方向陀螺儀 **0.192** 弧度/秒
z方向陀螺儀 **0.030** 弧度/秒
絕對值 **0.660** 弧度/秒

第四組

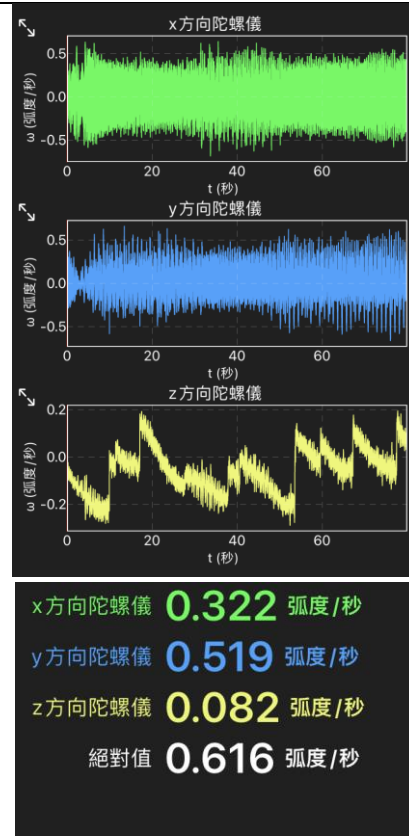
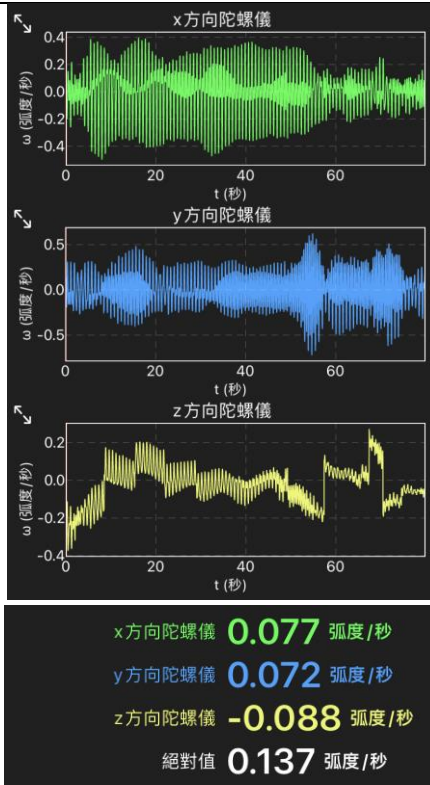


x方向陀螺儀 **0.236** 弧度/秒
y方向陀螺儀 **0.217** 弧度/秒
z方向陀螺儀 **-0.070** 弧度/秒
絕對值 **0.328** 弧度/秒

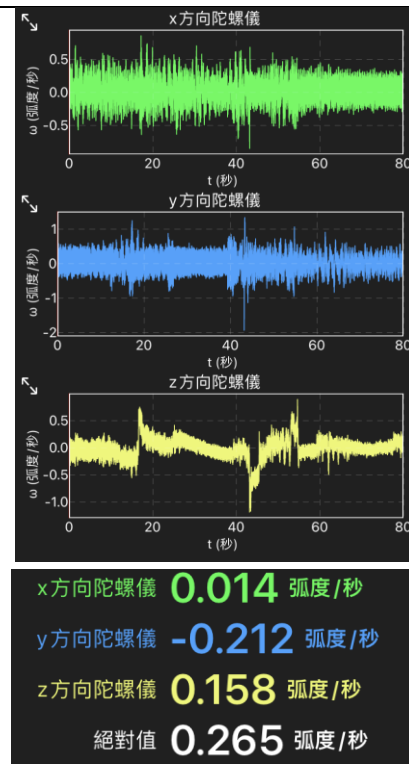
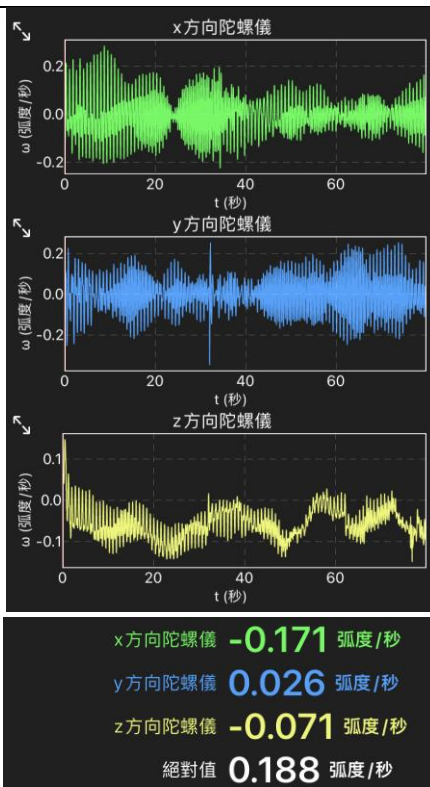


x方向陀螺儀 **0.118** 弧度/秒
y方向陀螺儀 **0.109** 弧度/秒
z方向陀螺儀 **0.116** 弧度/秒
絕對值 **0.198** 弧度/秒

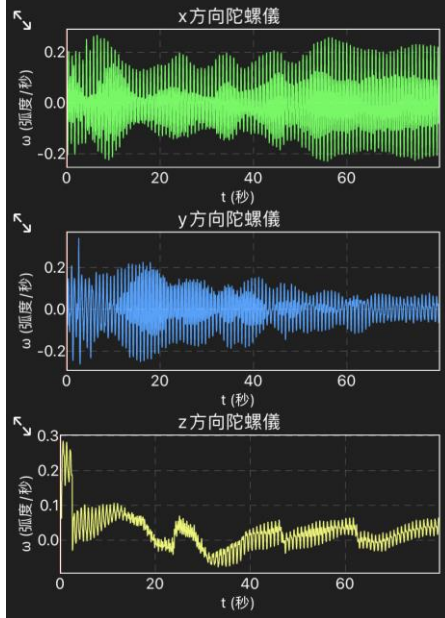
第五組



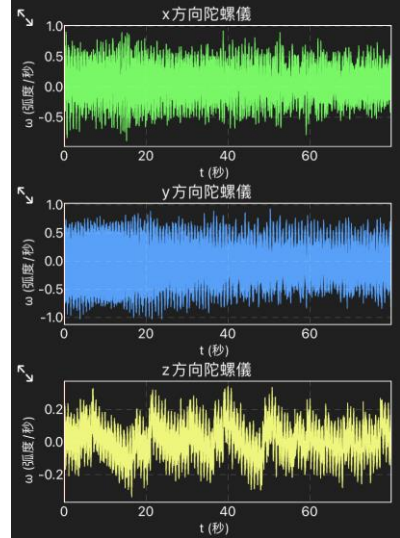
第六組



第七組

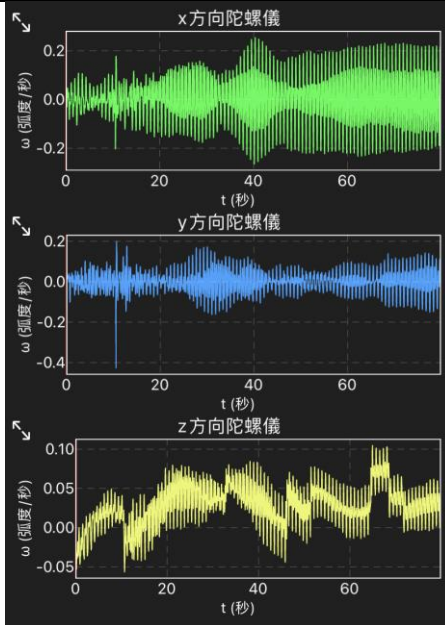


x方向陀螺儀 **0.004** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.045** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.041** 弧度/秒
 絕對值 **0.061** 弧度/秒

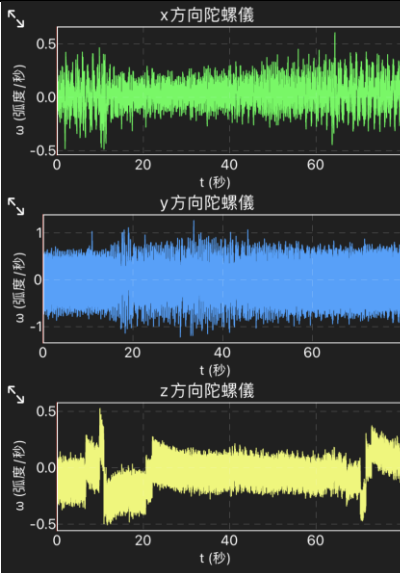


x方向陀螺儀 **-0.288** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.123** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.220** 弧度/秒
 絕對值 **0.383** 弧度/秒

第八組

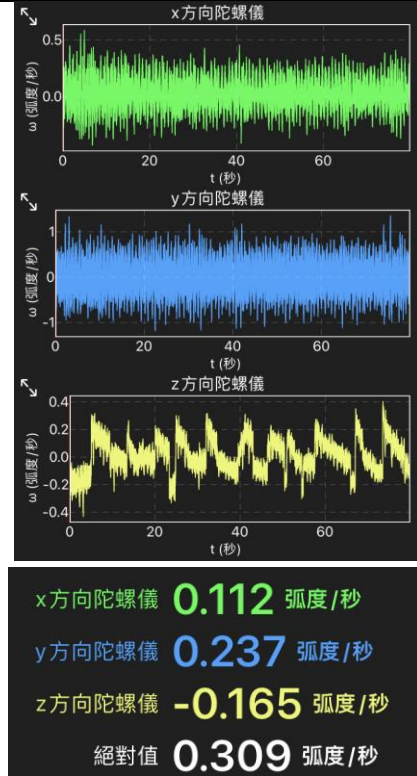
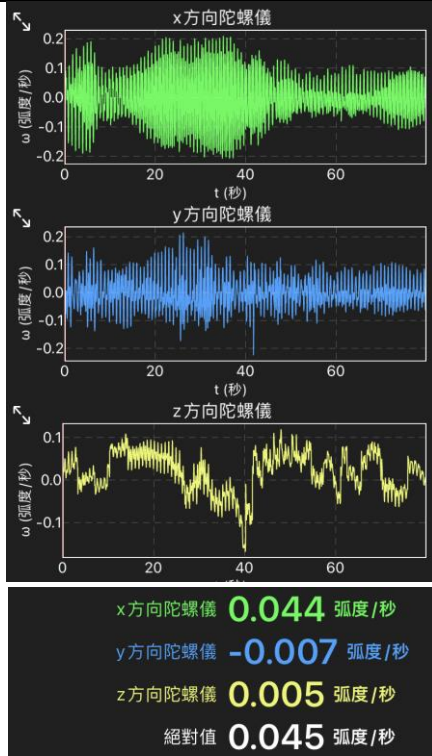


x方向陀螺儀 **-0.136** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.137** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.059** 弧度/秒
 絕對值 **0.202** 弧度/秒

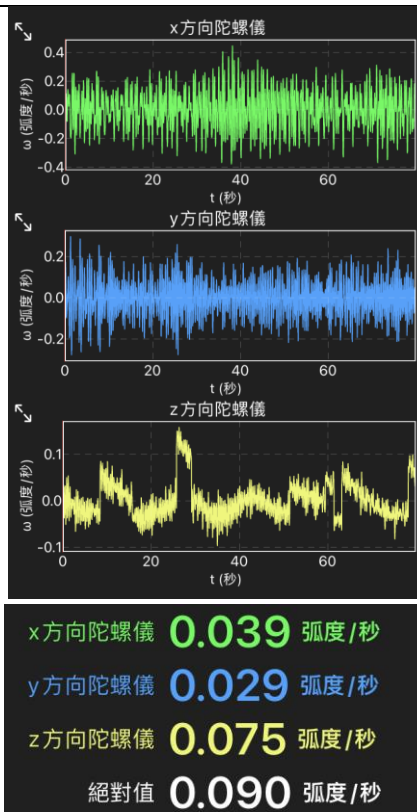
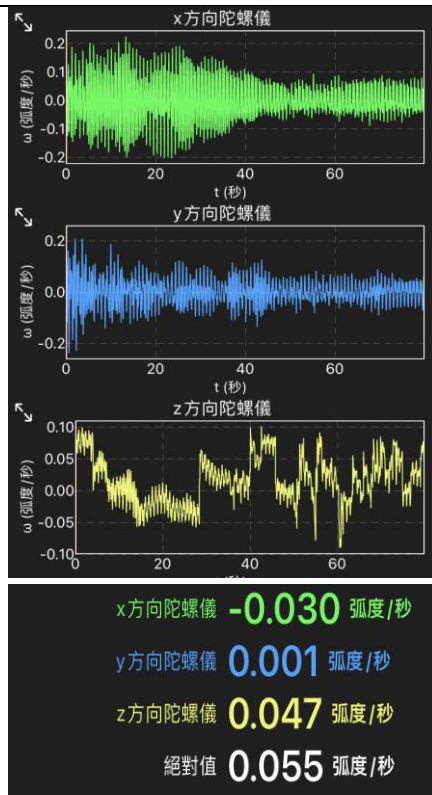


x方向陀螺儀 **-0.050** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.301** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.144** 弧度/秒
 絕對值 **0.338** 弧度/秒

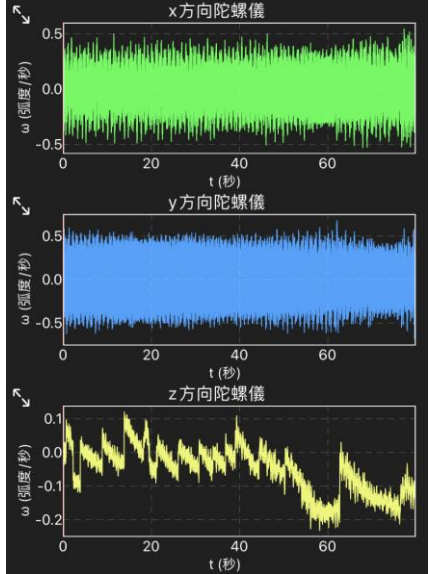
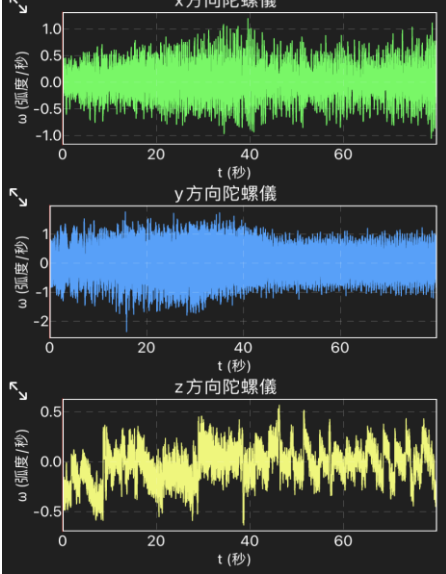
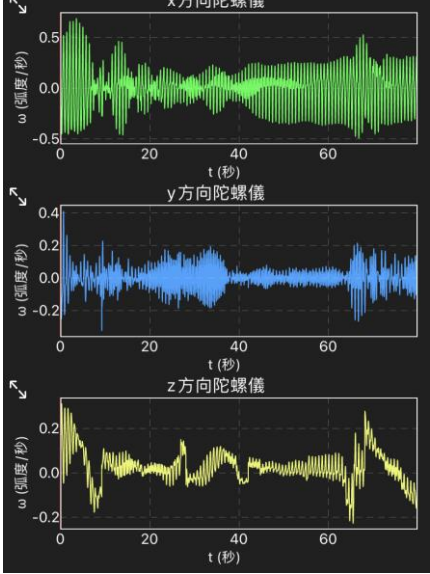
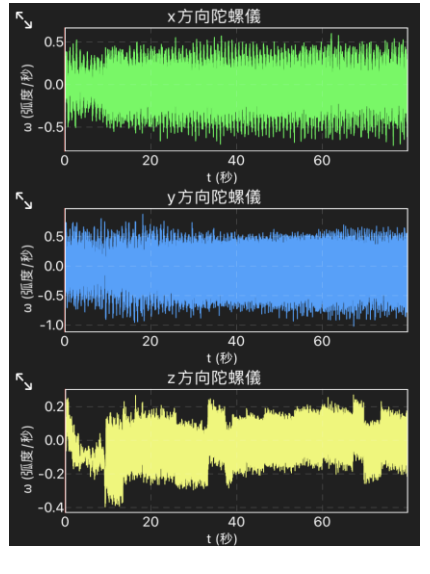
第九組



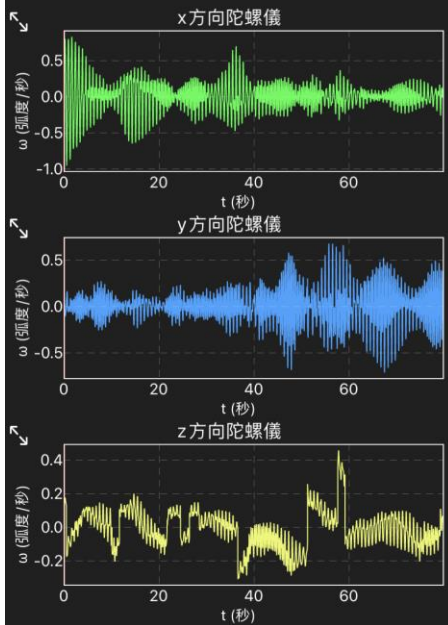
第十組



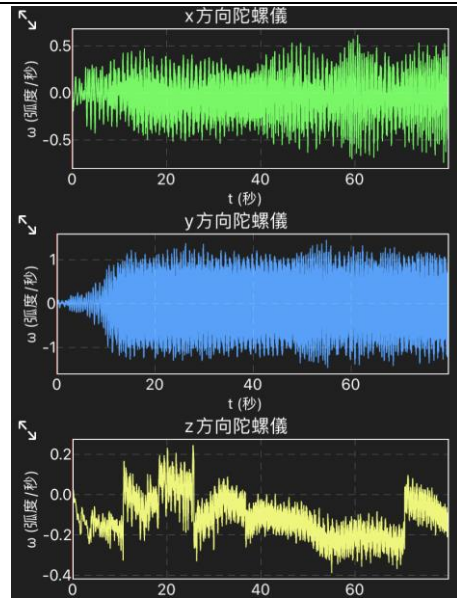
實驗三: 探討增加指尖陀螺的重量不同時船隻的晃動強弱

實驗組數	有阻尼	無阻尼
第一組	 <p>x方向陀螺儀 -0.215 弧度/秒 y方向陀螺儀 -0.254 弧度/秒 z方向陀螺儀 -0.109 弧度/秒 絕對值 0.350 弧度/秒</p>	 <p>x方向陀螺儀 0.315 弧度/秒 y方向陀螺儀 0.239 弧度/秒 z方向陀螺儀 -0.046 弧度/秒 絕對值 0.398 弧度/秒</p>
第二組	 <p>x方向陀螺儀 -0.183 弧度/秒 y方向陀螺儀 -0.163 弧度/秒 z方向陀螺儀 -0.075 弧度/秒 絕對值 0.256 弧度/秒</p>	 <p>x方向陀螺儀 0.330 弧度/秒 y方向陀螺儀 0.278 弧度/秒 z方向陀螺儀 0.059 弧度/秒 絕對值 0.436 弧度/秒</p>

第三組

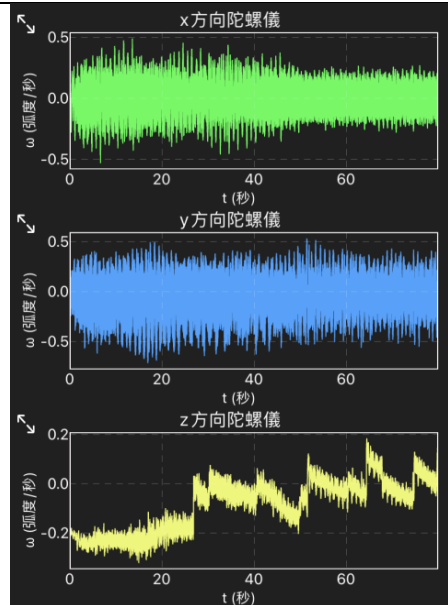


x方向陀螺儀 **0.631** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.192** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.030** 弧度/秒
 絕對值 **0.660** 弧度/秒

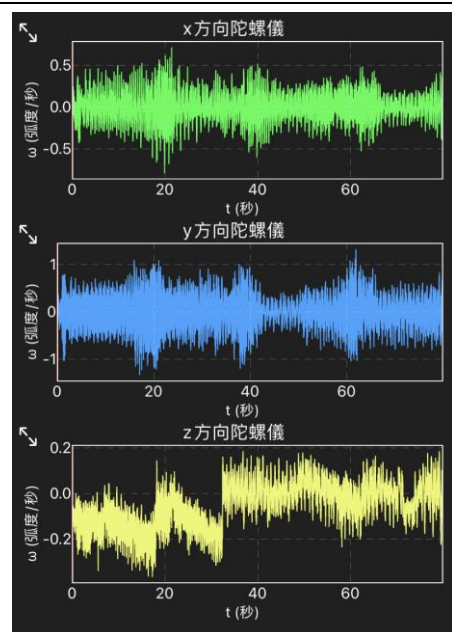


x方向陀螺儀 **0.229** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.714** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.163** 弧度/秒
 絕對值 **0.767** 弧度/秒

第四組

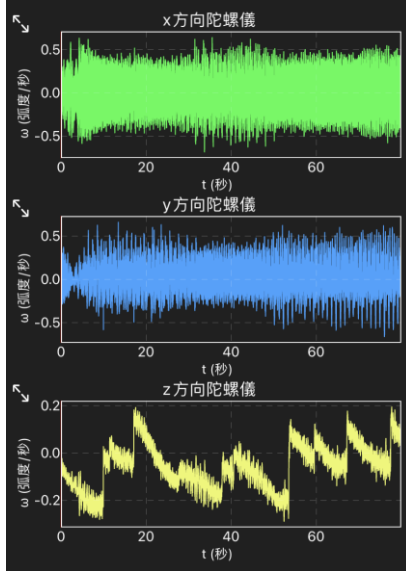


x方向陀螺儀 **0.118** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.109** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.116** 弧度/秒
 絕對值 **0.198** 弧度/秒

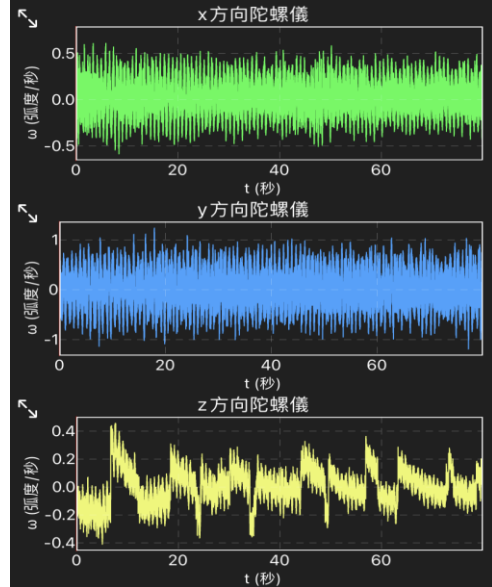


x方向陀螺儀 **-0.230** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.468** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.026** 弧度/秒
 絕對值 **0.522** 弧度/秒

第五組

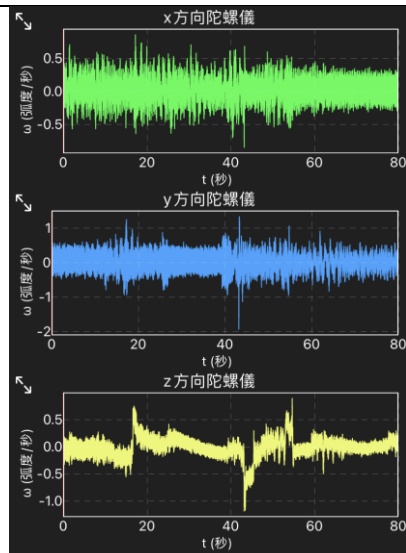


x方向陀螺儀 **0.322** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.519** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.082** 弧度/秒
 絕對值 **0.616** 弧度/秒

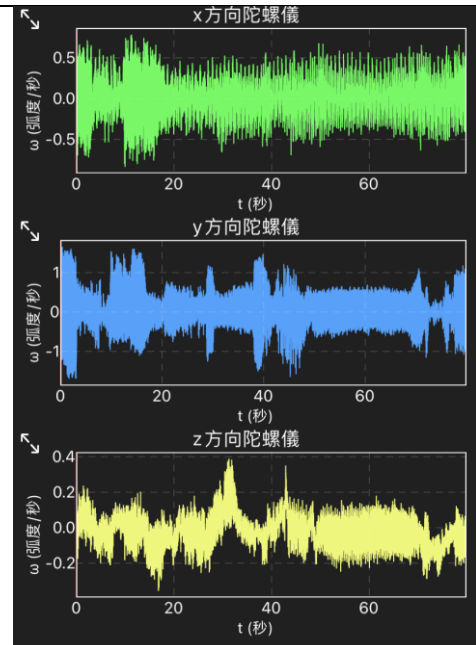


x方向陀螺儀 **-0.107** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.237** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.114** 弧度/秒
 絕對值 **0.284** 弧度/秒

第六組

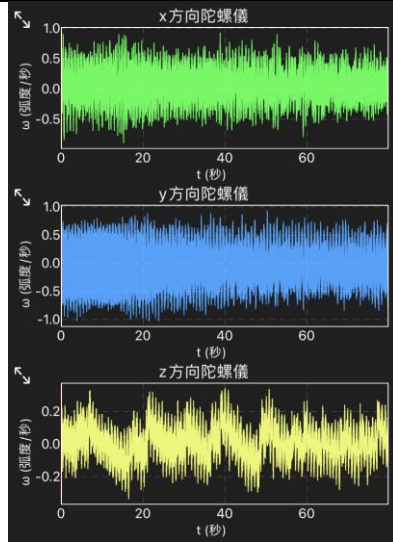


x方向陀螺儀 **0.014** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.212** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.158** 弧度/秒
 絕對值 **0.265** 弧度/秒

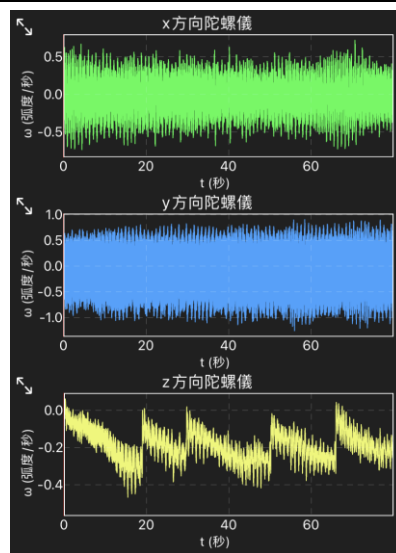


x方向陀螺儀 **-0.145** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.257** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.018** 弧度/秒
 絕對值 **0.295** 弧度/秒

第七組

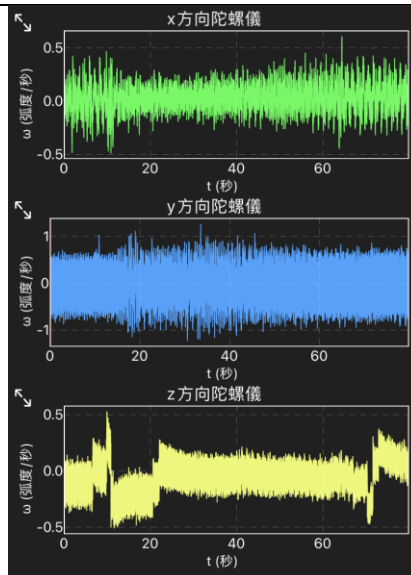


x方向陀螺儀 **-0.288** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.123** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.220** 弧度/秒
 絕對值 **0.383** 弧度/秒

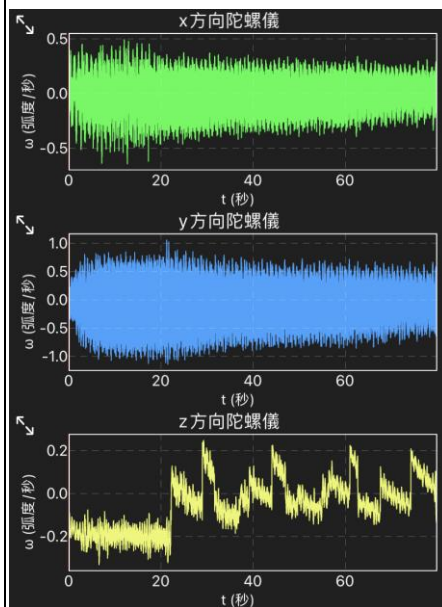


x方向陀螺儀 **0.165** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.560** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.490** 弧度/秒
 絕對值 **0.763** 弧度/秒

第八組

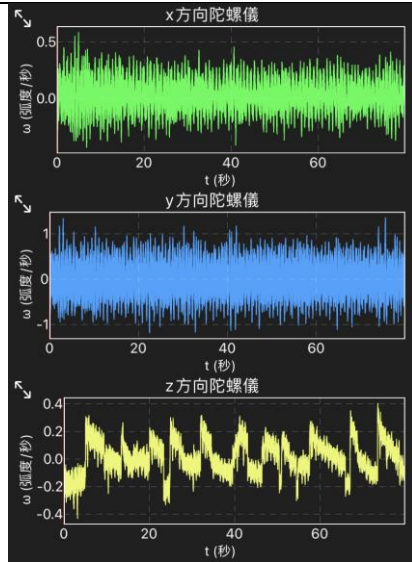


x方向陀螺儀 **-0.050** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.301** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.144** 弧度/秒
 絕對值 **0.338** 弧度/秒

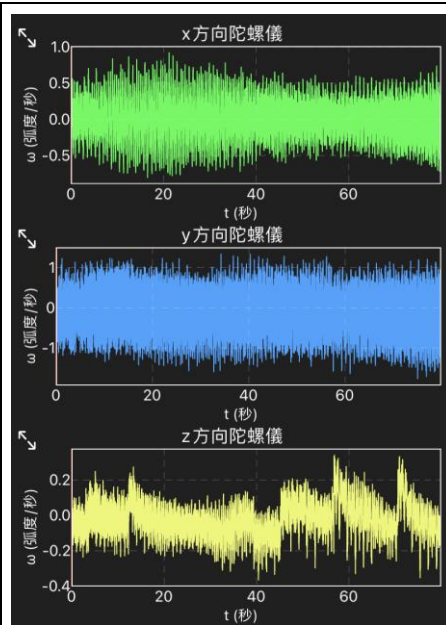


x方向陀螺儀 **0.112** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.496** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.086** 弧度/秒
 絕對值 **0.515** 弧度/秒

第九組

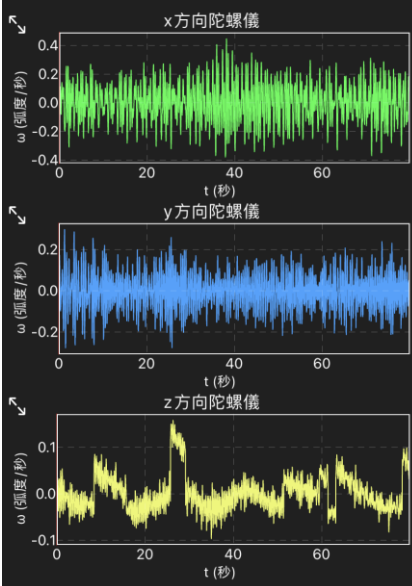


x方向陀螺儀 **0.112** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.237** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.165** 弧度/秒
 絕對值 **0.309** 弧度/秒

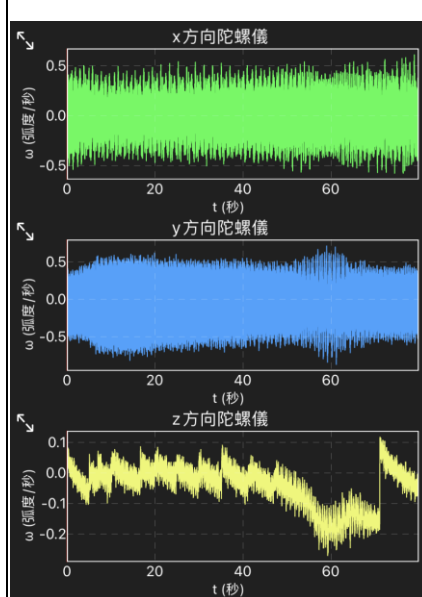


x方向陀螺儀 **0.502** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.677** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.026** 弧度/秒
 絕對值 **0.843** 弧度/秒

第十組

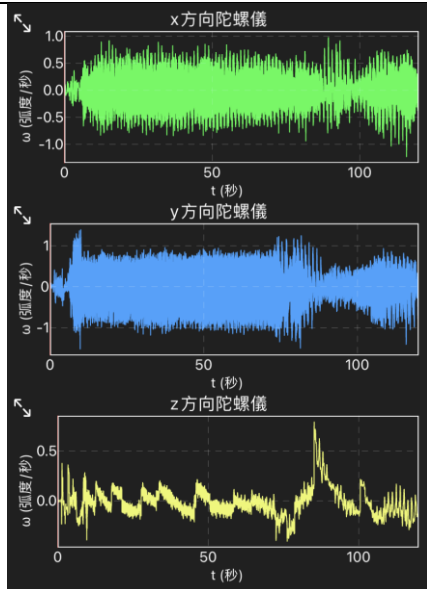


x方向陀螺儀 **0.039** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.029** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.075** 弧度/秒
 絕對值 **0.090** 弧度/秒

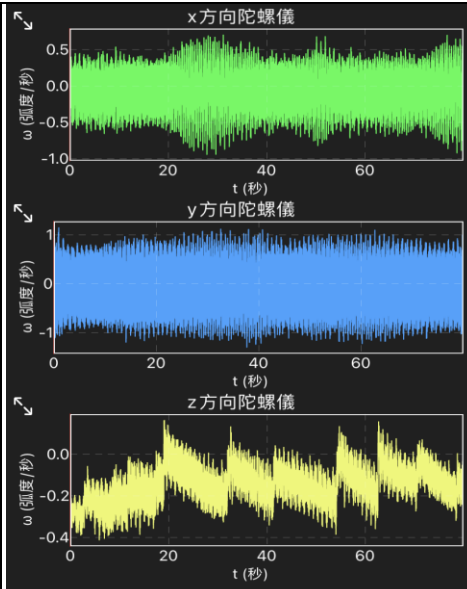


x方向陀螺儀 **0.315** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.239** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.046** 弧度/秒
 絕對值 **0.398** 弧度/秒

第十一組

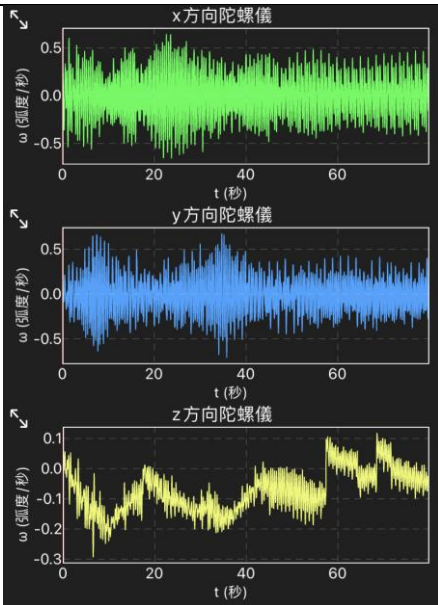


x方向陀螺儀 **-0.042** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.399** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.106** 弧度/秒
 絕對值 **0.415** 弧度/秒

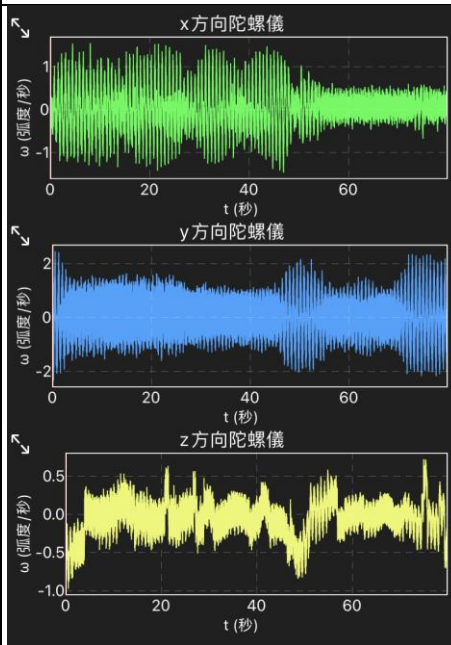


x方向陀螺儀 **-0.103** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.642** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.125** 弧度/秒
 絕對值 **0.662** 弧度/秒

第十二組

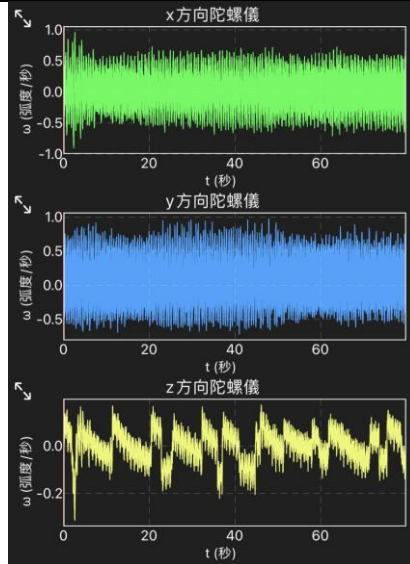


x方向陀螺儀 **-0.074** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.078** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.037** 弧度/秒
 絕對值 **0.114** 弧度/秒

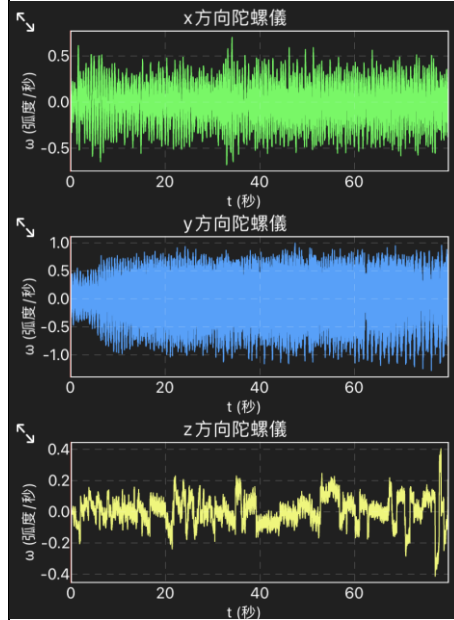


x方向陀螺儀 **-0.088** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.866** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.232** 弧度/秒
 絕對值 **0.901** 弧度/秒

第十三組

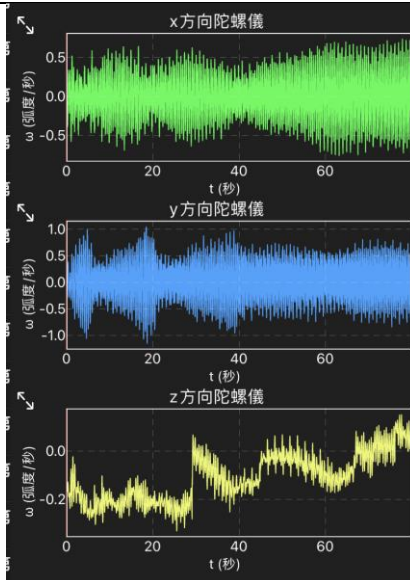


x方向陀螺儀 **-0.269** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.474** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.052** 弧度/秒
 絕對值 **0.548** 弧度/秒

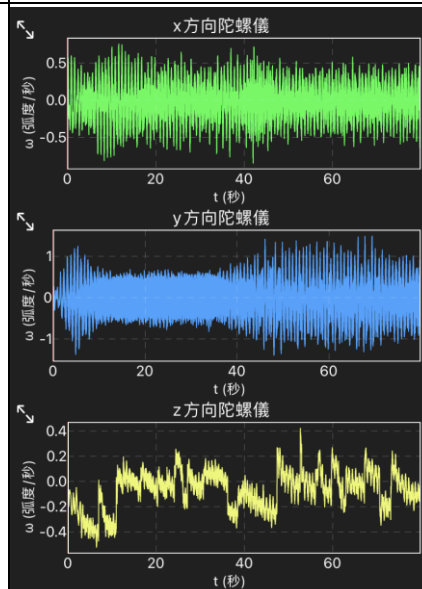


x方向陀螺儀 **-0.124** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.360** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.134** 弧度/秒
 絕對值 **0.403** 弧度/秒

第十四組

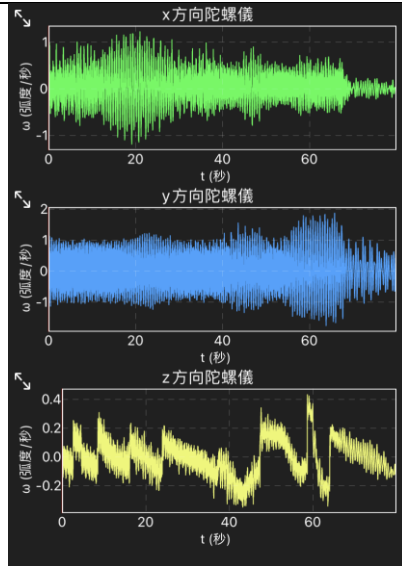


x方向陀螺儀 **0.416** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.623** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.067** 弧度/秒
 絕對值 **0.752** 弧度/秒

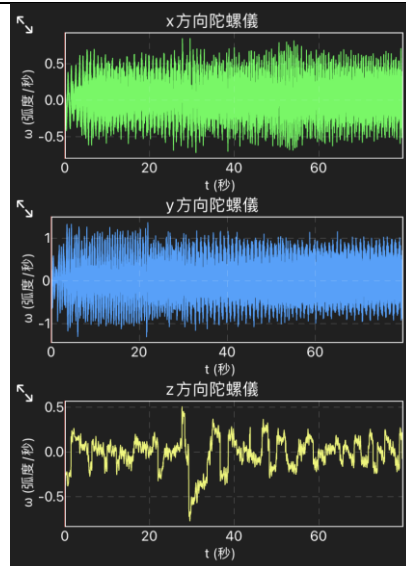


x方向陀螺儀 **0.048** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.064** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.225** 弧度/秒
 絕對值 **0.239** 弧度/秒

第十五組

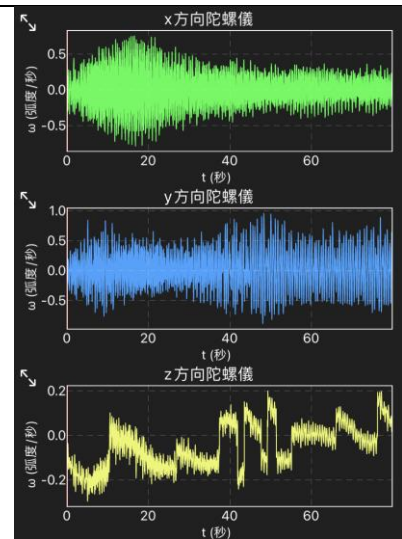


x方向陀螺儀 **0.082** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.134** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.095** 弧度/秒
 絕對值 **0.183** 弧度/秒

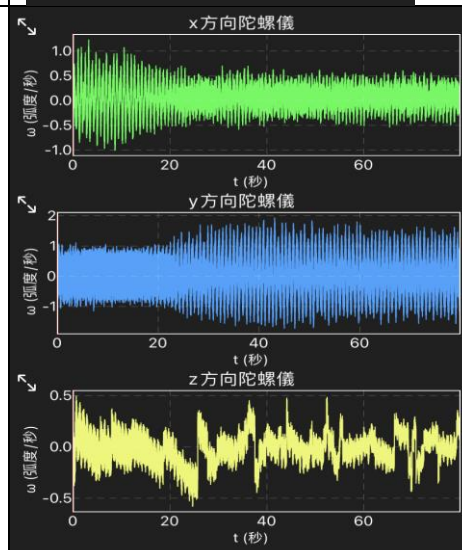


x方向陀螺儀 **0.146** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.520** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.008** 弧度/秒
 絕對值 **0.540** 弧度/秒

第十六組

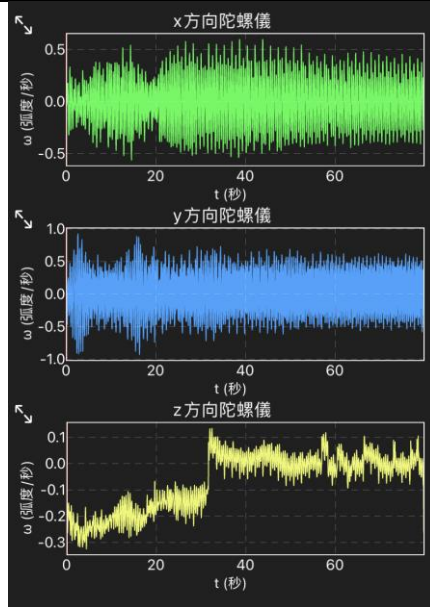


x方向陀螺儀 **-0.073** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.447** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.051** 弧度/秒
 絕對值 **0.456** 弧度/秒

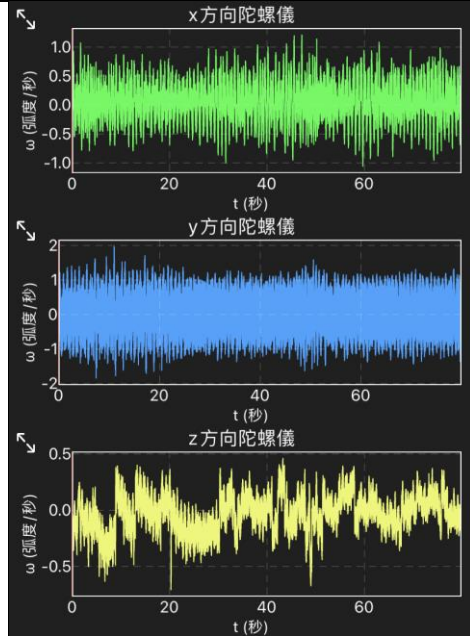


x方向陀螺儀 **0.056** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.090** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.050** 弧度/秒
 絕對值 **0.117** 弧度/秒

第十七組

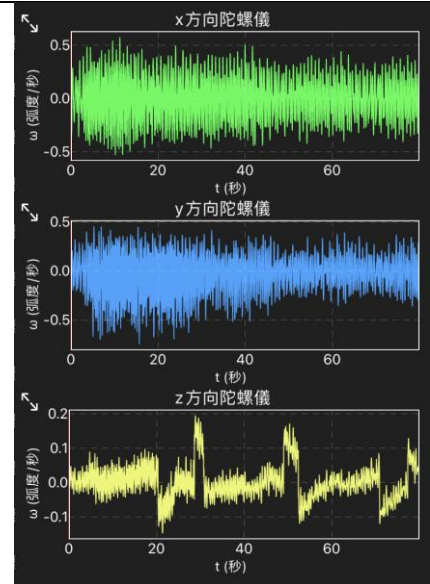


x方向陀螺儀 **-0.183** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.210** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.275** 弧度/秒
 絕對值 **0.391** 弧度/秒

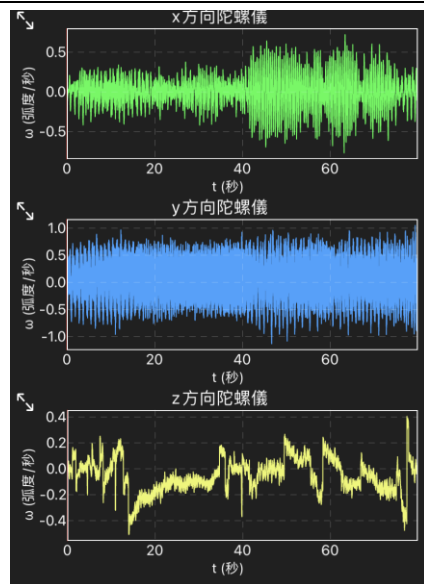


x方向陀螺儀 **0.008** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.212** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.148** 弧度/秒
 絕對值 **0.259** 弧度/秒

第十八組

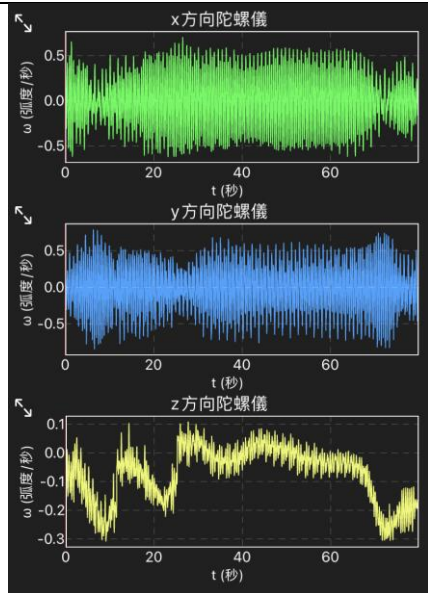


x方向陀螺儀 **0.083** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.198** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.039** 弧度/秒
 絕對值 **0.218** 弧度/秒

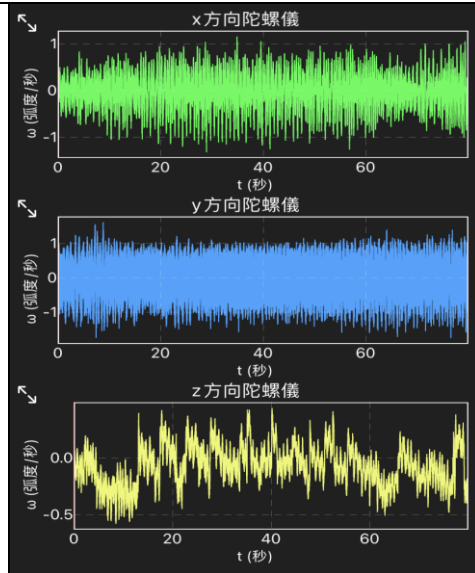


x方向陀螺儀 **0.125** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **-0.202** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.034** 弧度/秒
 絕對值 **0.240** 弧度/秒

第十九組

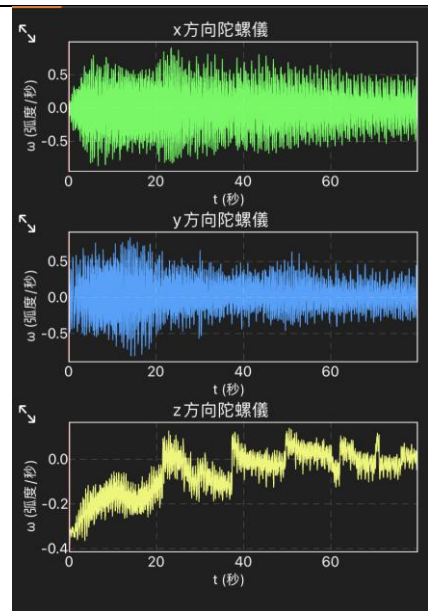


x方向陀螺儀 **0.114** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.164** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.180** 弧度/秒
 絕對值 **0.269** 弧度/秒

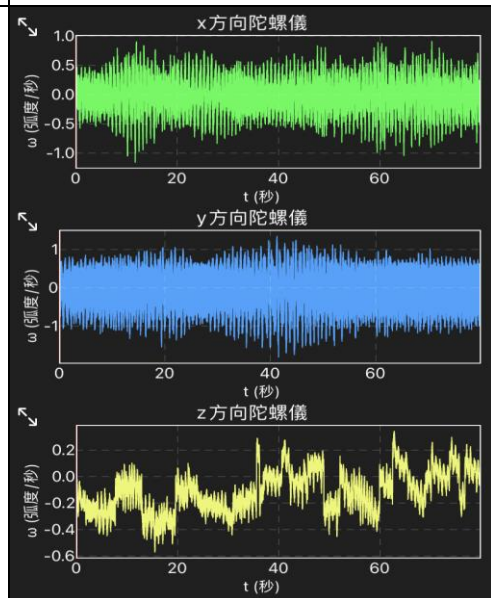


x方向陀螺儀 **0.426** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.391** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.405** 弧度/秒
 絕對值 **0.706** 弧度/秒

第二十組



x方向陀螺儀 **0.171** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.076** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **0.010** 弧度/秒
 絕對值 **0.187** 弧度/秒



x方向陀螺儀 **0.096** 弧度/秒
 y方向陀螺儀 **0.209** 弧度/秒
 z方向陀螺儀 **-0.057** 弧度/秒
 絕對值 **0.237** 弧度/秒

伍、討論

- 一. 一開始使用手動的方式製造水的波動，但穩定性實在太差，於是我們就尋求學校生科老師的協助，教我們製作簡易的起波裝置。
- 二. 本來想以水波的振幅當作船隻晃動的標準，但考慮船隻實際上遇到的狀況都是三度空間的搖晃，於是在網路上搜尋適合測量的軟體，最後找到phyphox。
- 三. 一般阻尼器的設計大多利用彈簧減震，考慮到船隻在海上搖晃的特性，我們決定自製以指尖陀螺為主體的旋轉裝置。利用角動量守恆的方式，看看是否能使船隻晃動幅度減少。

陸、結論

- 一. 有裝阻尼器的船隻，震動的波形相對較為穩定，表示阻尼器對於穩定船隻有發揮了一定效果。
- 二. 6個金屬環的穩定效果優於3個金屬環，符合質量較大的物體角動量較大的規律，且相同轉速下較多環數應該會調整的頻率增加。
- 三. 轉速越快的穩定效果也優於轉速較慢的，也符合角動量公式。
- 四. 我們製作的裝置只有單一軸向的旋轉，希望未來能改良成多軸向的旋轉，如此應能更有效的平衡船隻。

柒、參考資料

1. 劉芊妤、歐東霖、吳奕廷(2021) 地動山不搖—隔震裝置在建築物之應用與探究
2. 黃子齊、陳玉芳、戴端儀(2012) 「震不震」的住
3. 王紫楹、鄭芷庭、張芷軒、劉志煦、王識傑(2015) 震不震阻了就知道—從阻尼器看地震對鋼骨大樓的影響
4. 阻尼器 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%98%BB%E5%B0%BC%E5%99%A8> -維基百科
5. 角動量 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A7%92%E5%8A%A8%E9%87%8F> -維基百科