



Εύρηκα

# 以淺水模式 探討雙眼牆結構渦漩

22623葉凱傑

22626劉奕辰

指導老師：李文禮

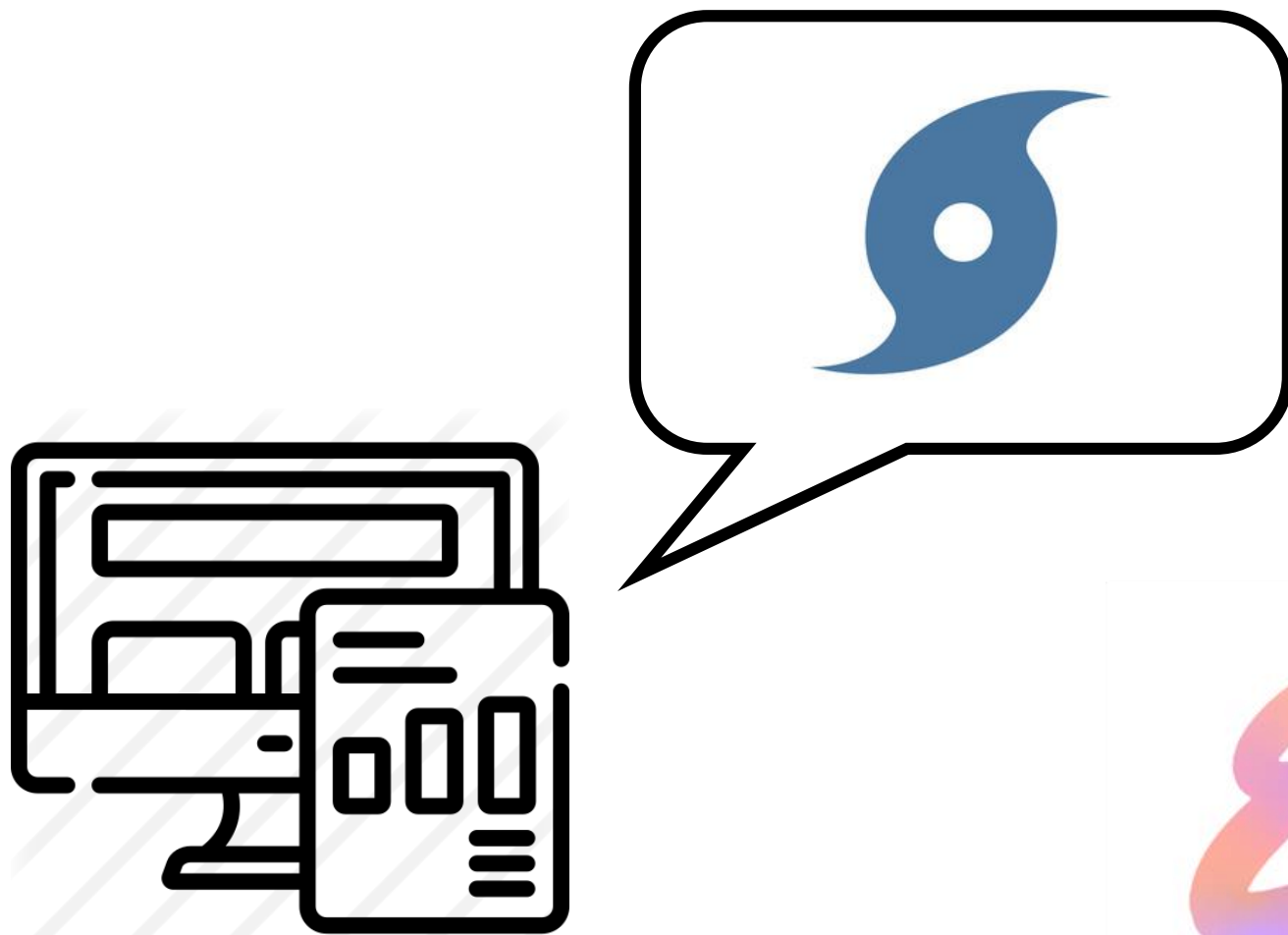
指導教授：郭鴻基



# 研究動機

- 利奇馬與哈吉貝
- 雙眼牆結構
- 數值模擬分析

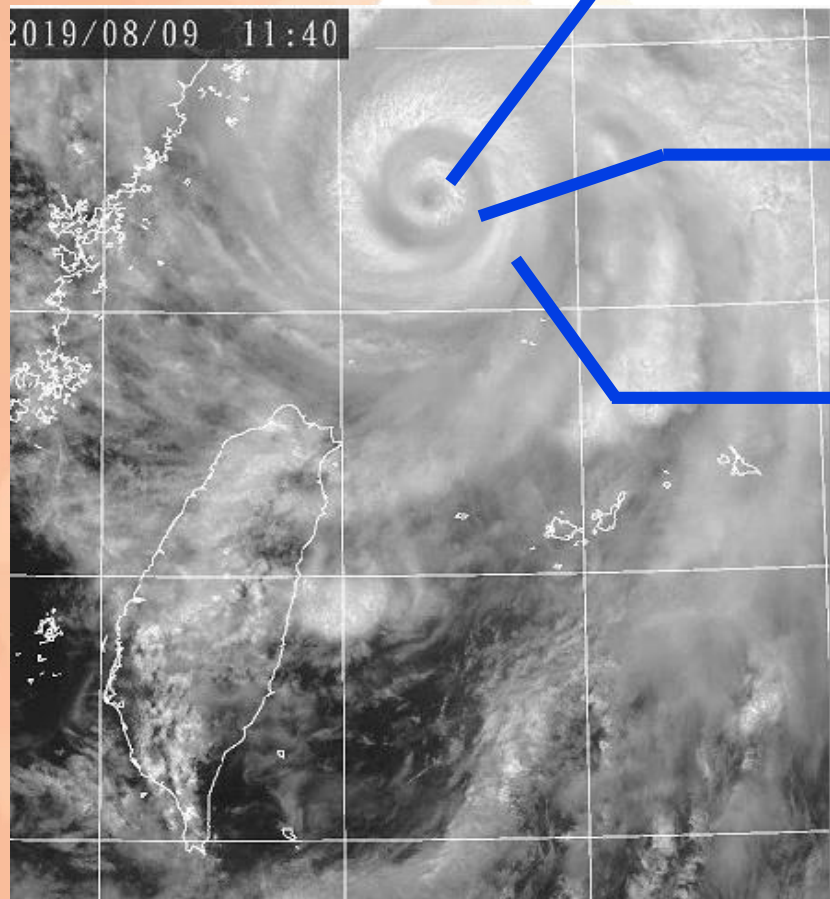
Εύρηκα



ε

# 雙眼牆

Εύρηκα

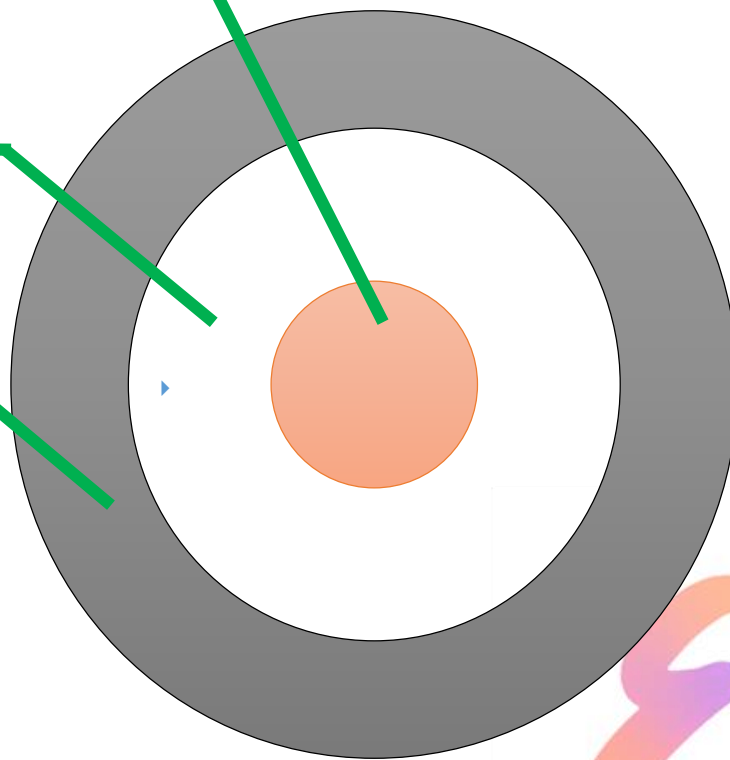


內核渦旋

內眼牆

moat

外眼牆



ε

Εύρηκα

# 研究目的

- 探討不同型態的雙眼牆颱風與雲區會如何產生交互作用
- 探討不同型態的外眼牆對於雙渦漩交互作用發展會產生何種影響
- 探討擾動對雙眼牆颱風穩定性的影響



# 研究設備與器材

- 筆電
- Matlab

Εύρηκα



# 研究過程與方法

Εύρηκα

## ➤ 數值模式

- 淺水模式

- 初始場設置

## ➤ 設計實驗

- 實驗一

- 實驗二

- 實驗三

## ➤ 結果判讀

- 型態

- 穩定性



# 淺水模式

- 淺水表達的是垂直尺度相對於水平尺度而言非常淺
- 視作單層大氣
- 運動方程式在卡式座標內展開:

$$\begin{aligned}
 & \bullet \frac{\partial u_s}{\partial t} + u_s \frac{\partial u_s}{\partial x} + v_s \frac{\partial u_s}{\partial y} - f v_s = -g \frac{\partial h_s}{\partial x} + \nu \nabla^2 u_s \quad \text{---(1)} \\
 & \bullet \frac{\partial v_s}{\partial t} + u_s \frac{\partial v_s}{\partial x} + v_s \frac{\partial v_s}{\partial y} + f u_s = -g \frac{\partial h_s}{\partial y} + \nu \nabla^2 v_s \quad \text{---(2)}
 \end{aligned}$$

速度變化

速度場平流

氣壓梯度力

黏滯力



# 數值計算方程式

- 本實驗只討論xy平面上的渦度改變
- 利用擴散方程式來解決網格點問題

$$\bullet \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial [(f+\zeta)u_s]}{\partial x} + \frac{\partial [(f+\zeta)v_s]}{\partial y} = \nu \nabla^2 \zeta \text{ ---(4)}$$

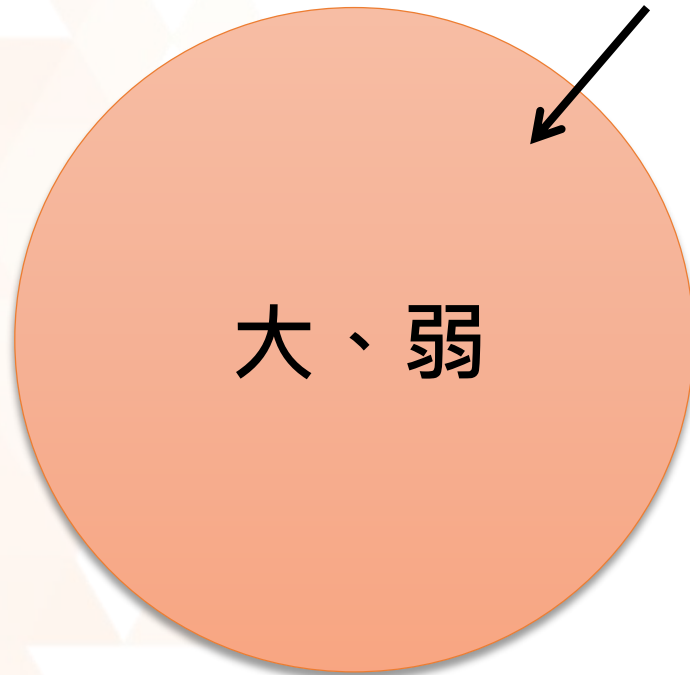
$$\bullet \frac{\partial h_s}{\partial t} + \frac{\partial (u_s h_s)}{\partial x} + \frac{\partial (v_s h_s)}{\partial y} = \nu \nabla^2 h_s \text{ ----(3)}$$





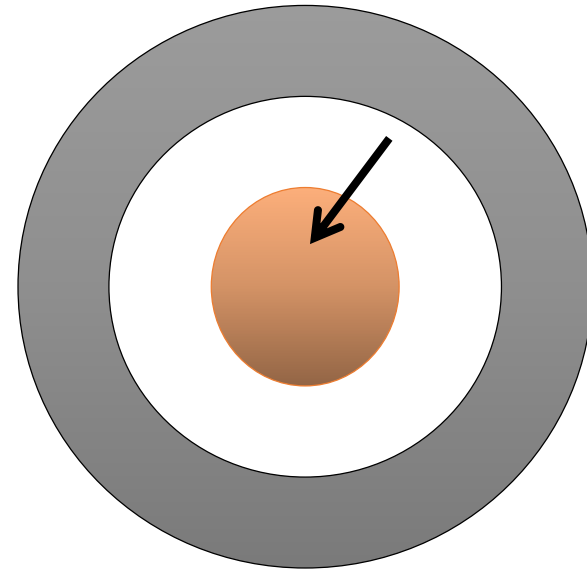
# 實驗設計

Εύρηκα



大、弱

雲區

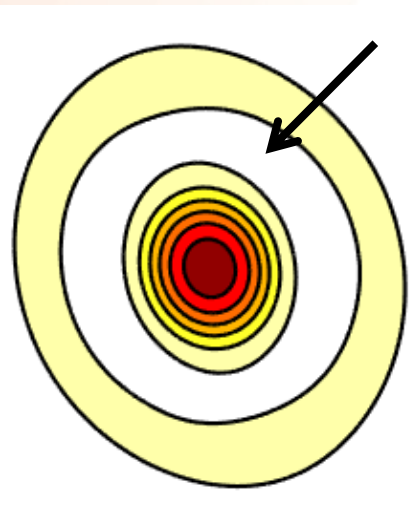


雙眼牆

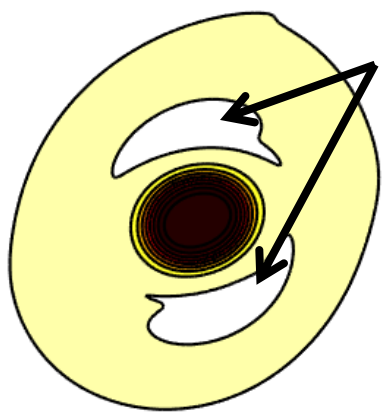


# 結果判讀

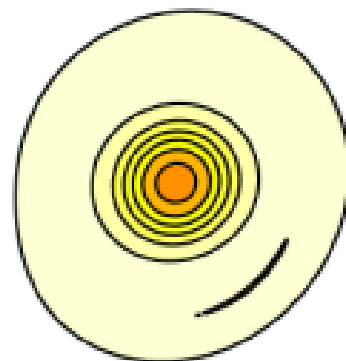
Εύρηκα



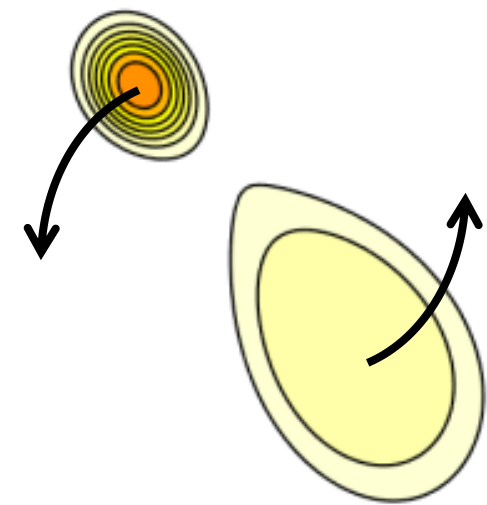
CE  
雙眼牆



T  
三極渦漩



M  
混合



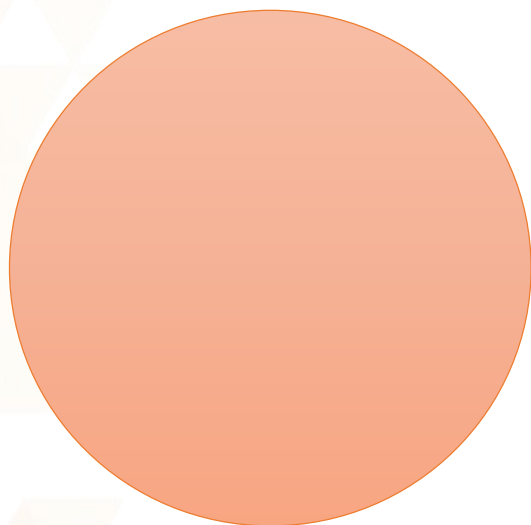
EI  
互繞



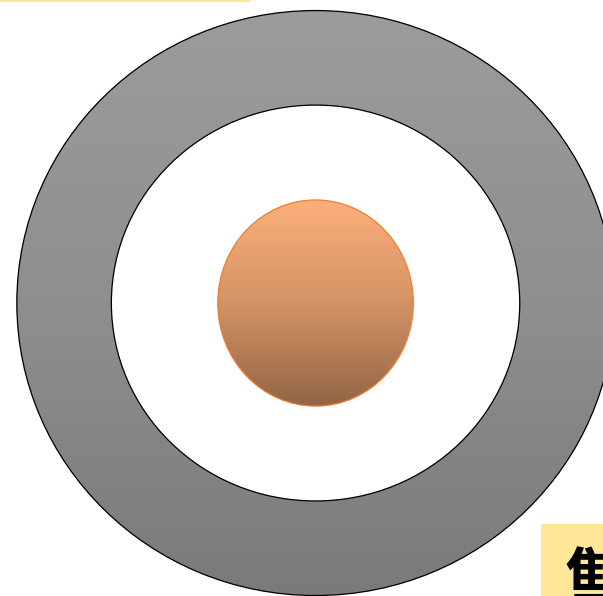
# 研究結果與討論---實驗一

Εύρηκα

雲區大小



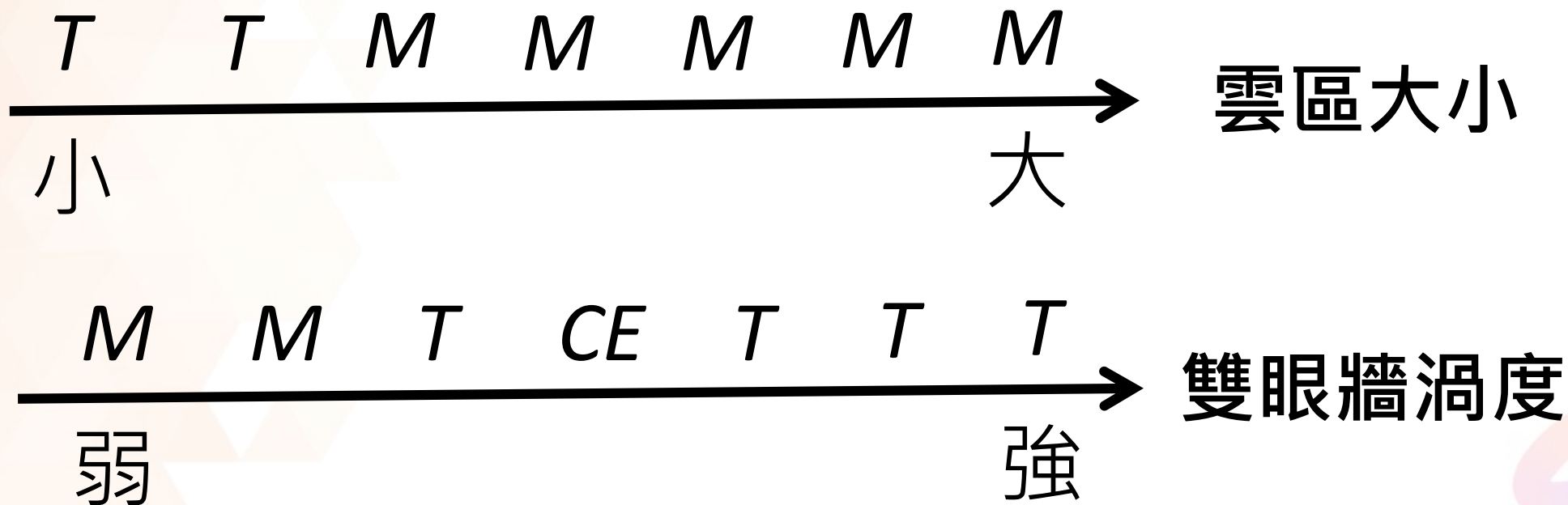
兩者距離



雙眼牆渦度

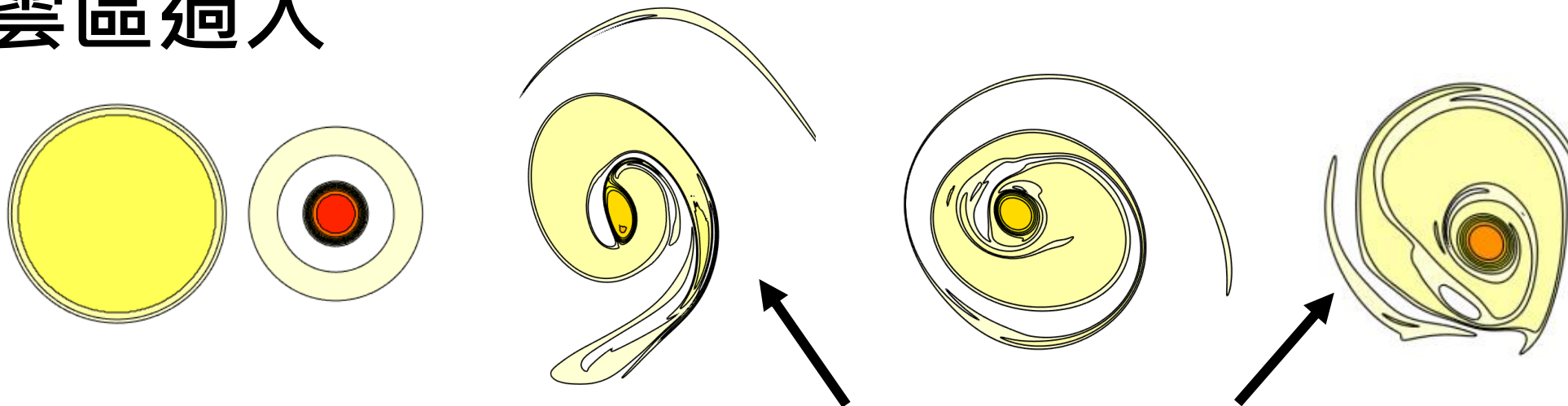


# 雲區大小與雙眼牆整體渦度



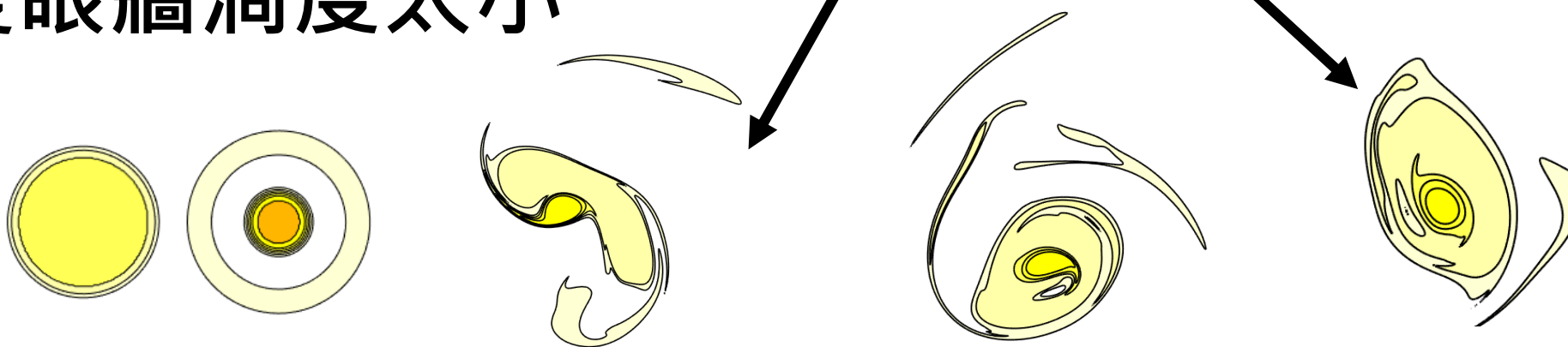
M

雲區過大



雙眼牆結構被嚴重破壞

雙眼牆渦度太小



Εύρηκα

雲區過大  
+  
雙眼牆渦度太小



與雲區比較  
雙眼牆相對較弱

雙眼牆的相對強度

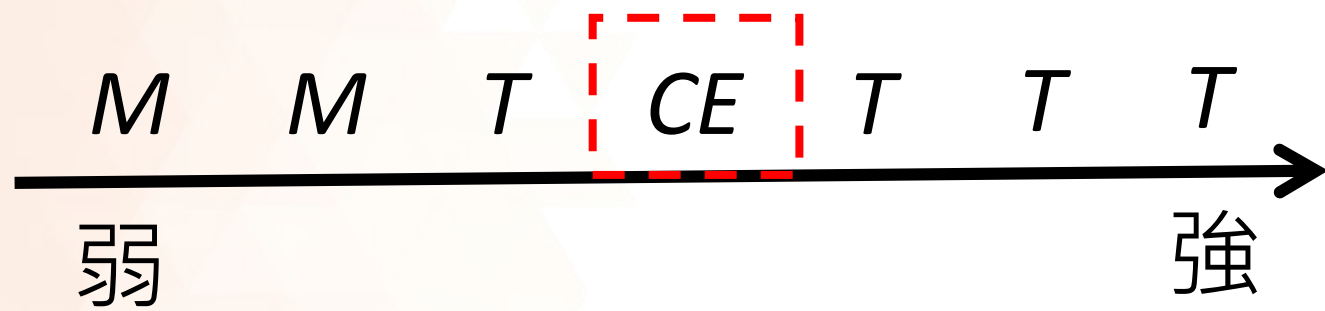


作用後的結果  
(M,T)

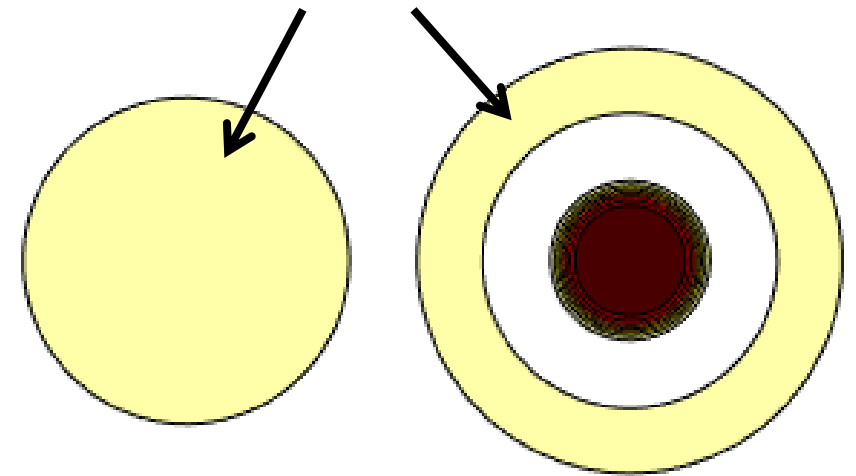
Εύρηκα

# 特例---CE

## 雙眼牆渦度



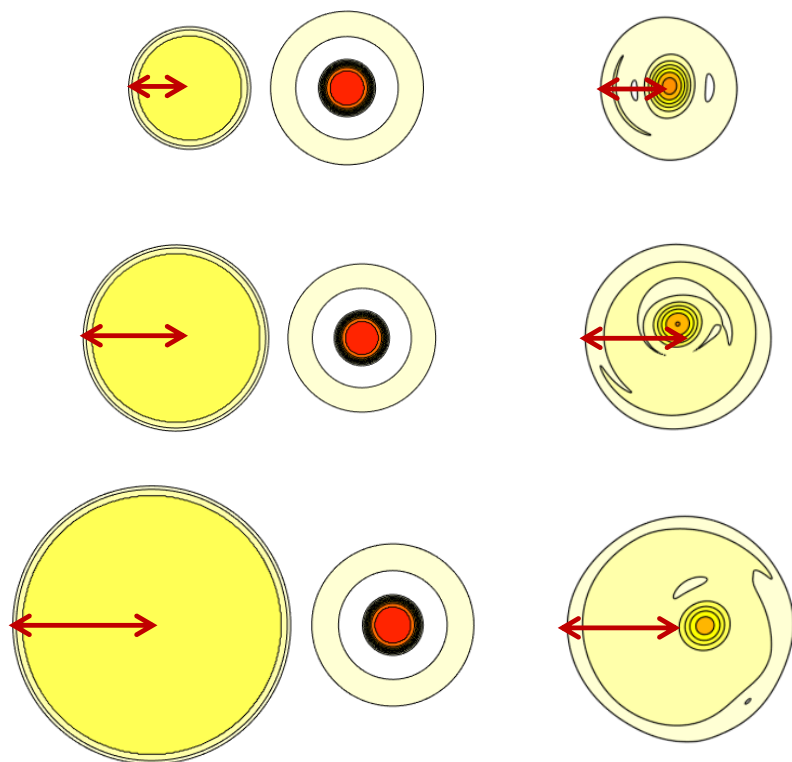
相同渦度



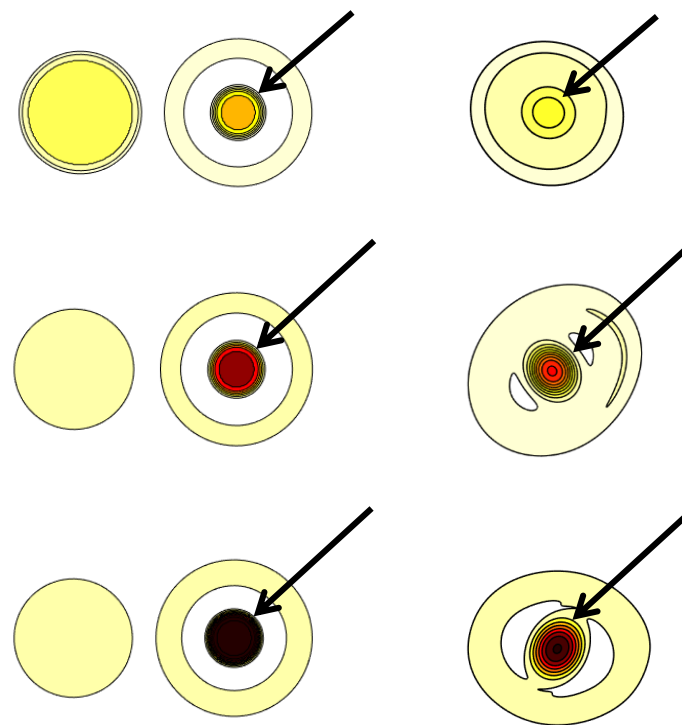
# 混合後渦漩---面積與峰值

Εύρηκα

## 雲區半徑



## 雙眼牆渦度

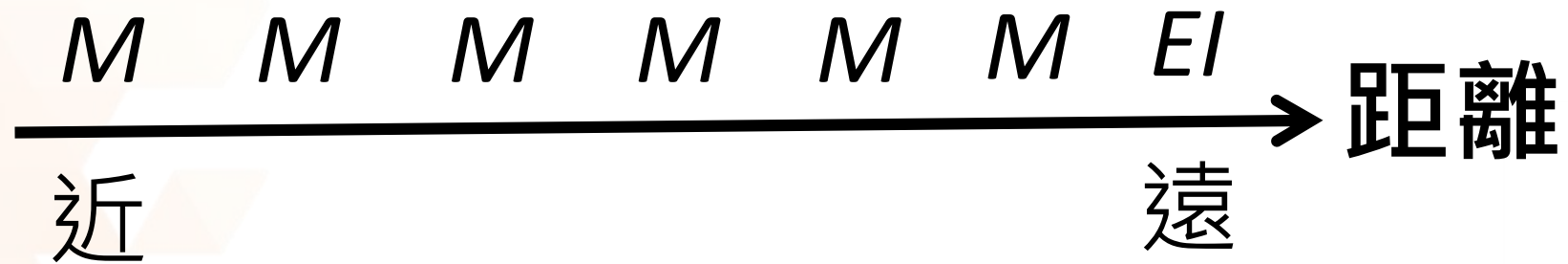




Εύρηκα

## 兩結構間距離

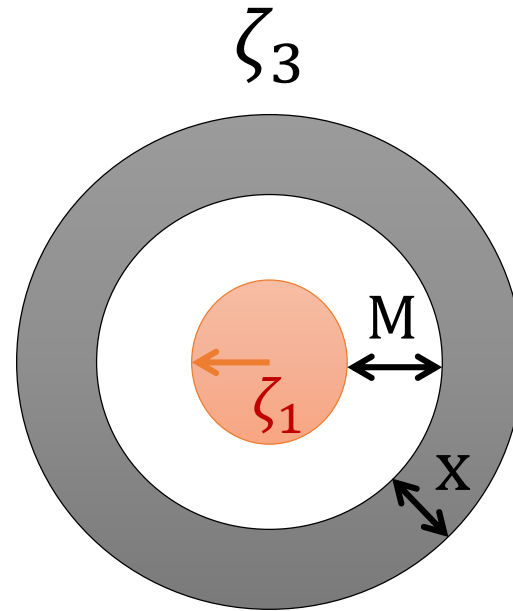
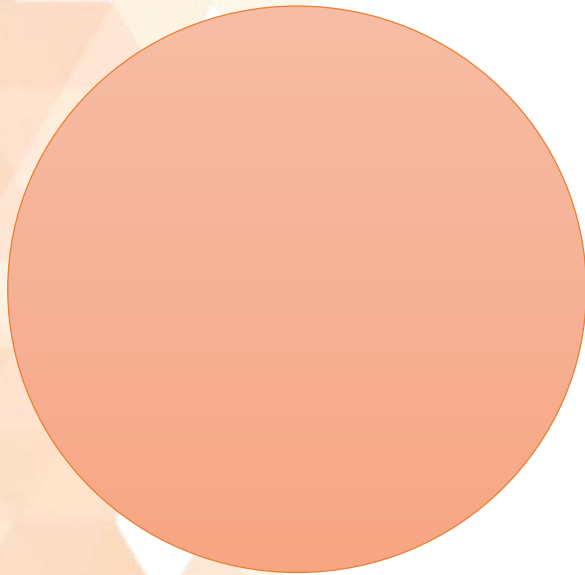
- ✓ 不敏感變因
- ✓ 距離過遠 → 互繞



# 研究結果與討論---實驗二

Εύρηκα

- 單渦旋與雙渦旋之間的交互作用

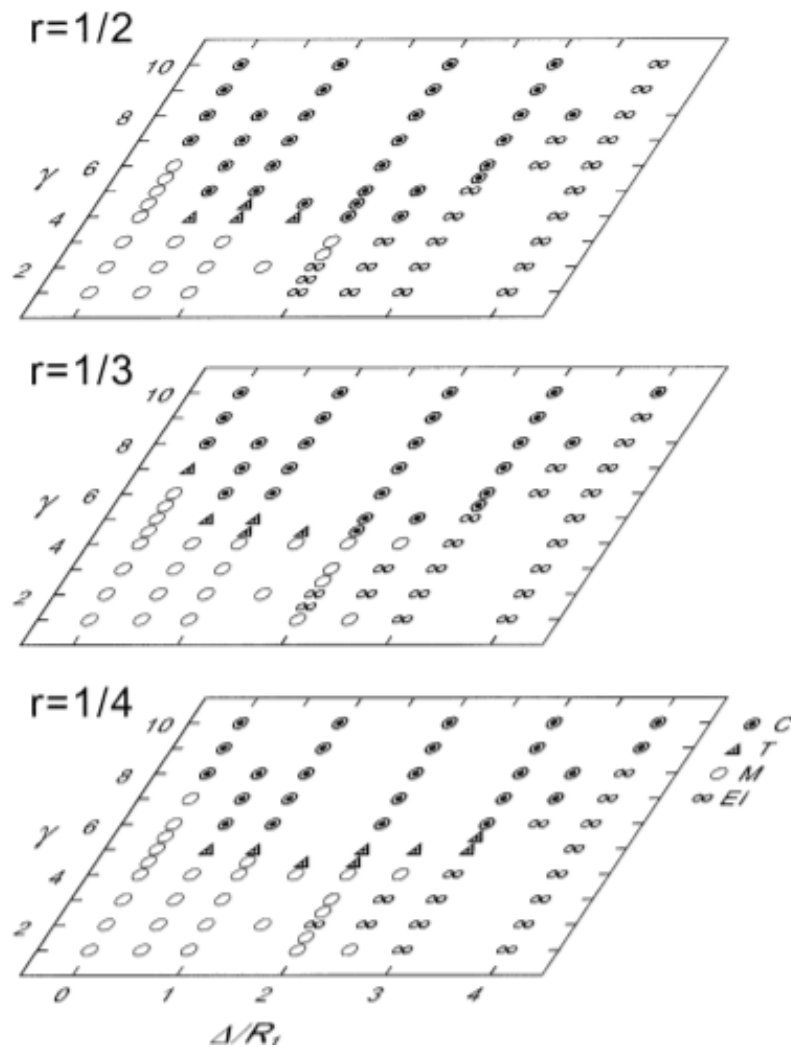


$$c = \frac{\zeta_3}{\zeta_1}$$

ε

# 雙渦旋初始場選擇

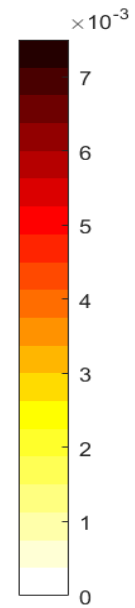
Εύρηκα



ε

# 外眼牆相對Moat太厚

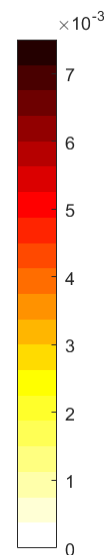
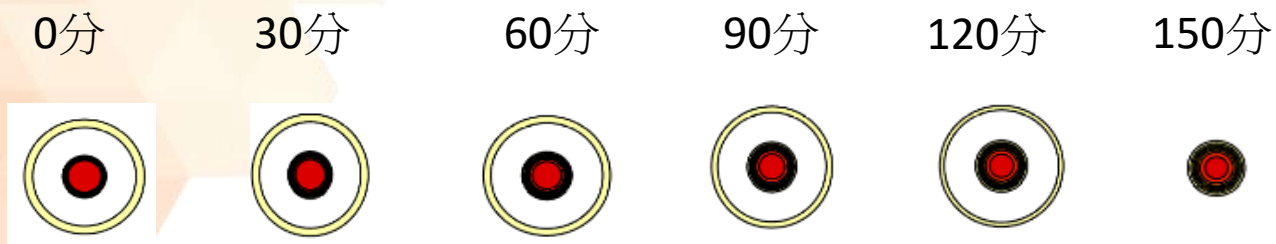
在此情況下，穩定時間長度與外眼牆作用強度成負相關



# 外眼牆相對Moat太寬

Εύρηκα

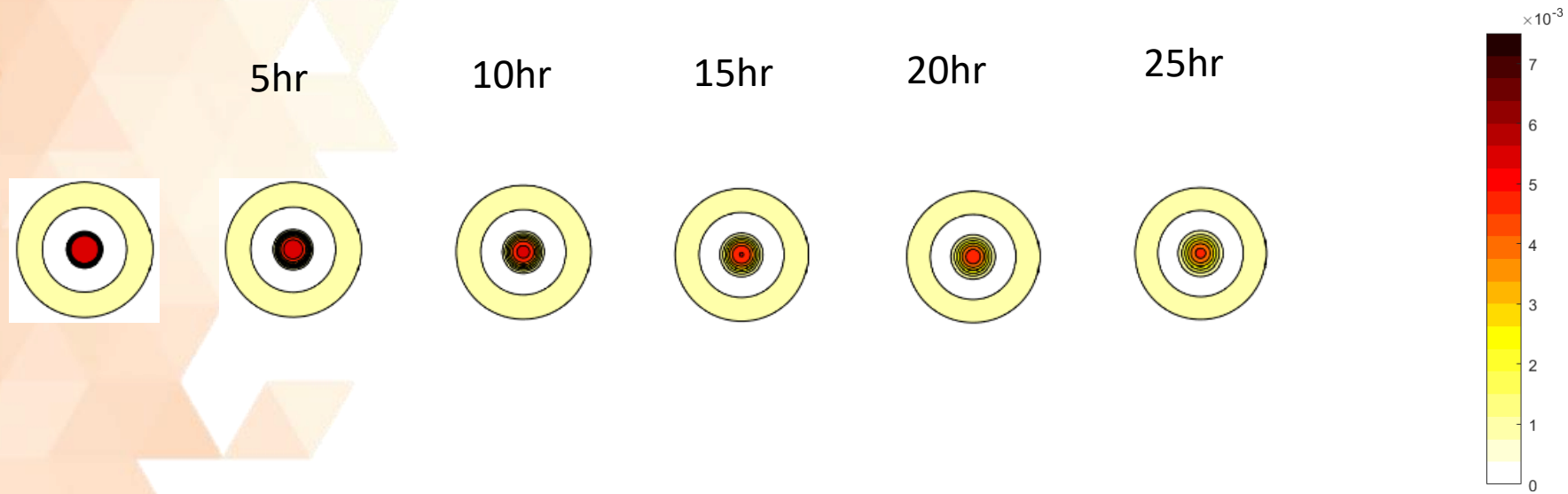
在此情況下，穩定時間長度與外  
眼牆作用強度成正相關



ε

## 穩定狀態

- 此類渦旋穩定性佳，之後造成的不穩定來源是在雙渦旋作用時，外眼牆屏蔽導致的結果



Εύρηκα

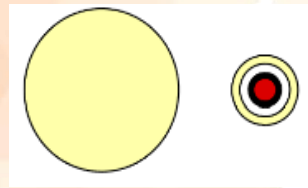
外眼牆作用機制



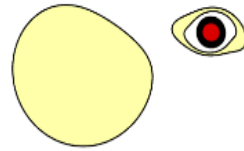
# Εύρηκα

## 情況A

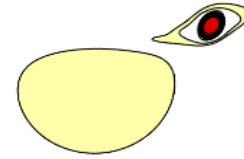
- 其中的外眼牆在兩者未接觸前，便已然散掉



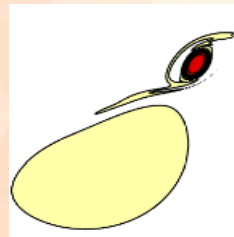
0分



30分



60分



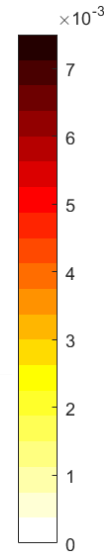
90分



120分



150分

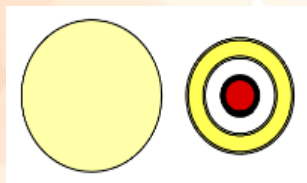




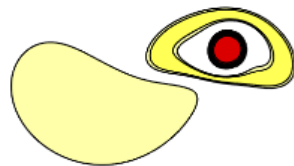
## 情況B

Εύρηκα

- 此渦旋力道介於中間，但是也沒辦法阻擋左右兩渦旋不接觸，最後會在左方形成一個屏蔽的力量，累積渦度範圍，最後會導致整個結構不平衡(其中有一方特別大)



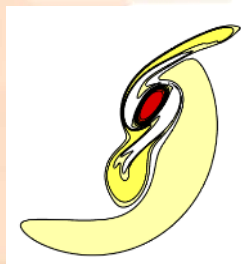
0分



30分



60分



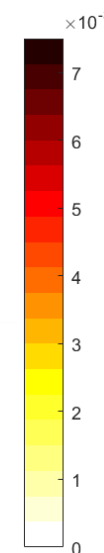
90分



120分

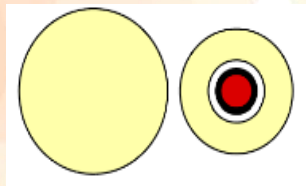


150分

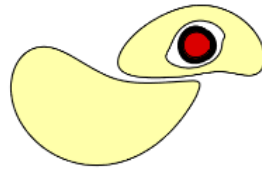


## 情況C

- 在左右兩者已經有接觸時，外眼牆形成一個屏障，將左方的渦漩屏蔽在外



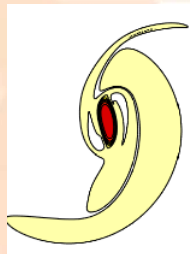
0分



30分



60分



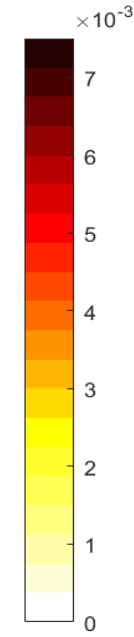
90分



120分

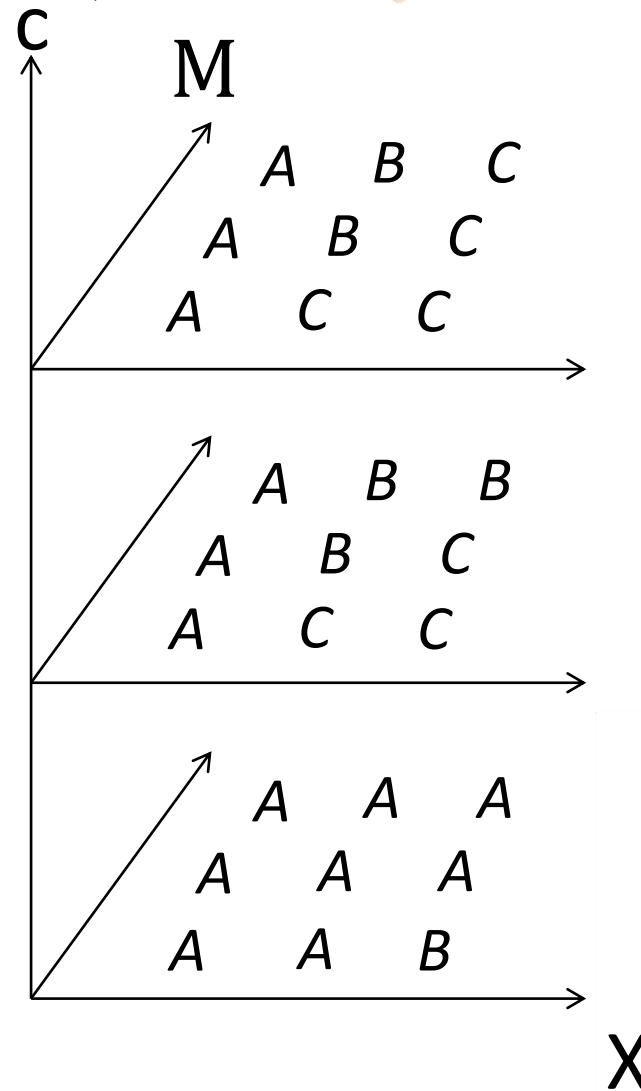


150分



# 外眼牆作用機制分佈

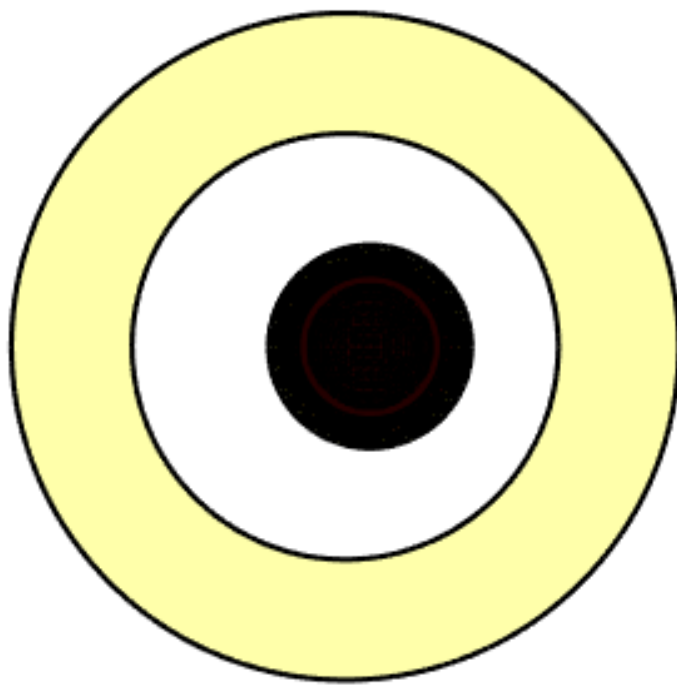
- 1. 外眼牆寬度及強度影響的比moat寬度還要大
- 2. 寬度和強度單獨增加所能造成的改變皆較小
- 3. A-B-C的分佈情況主要是由左前至右後，大致上沿著對角線對稱



# 研究結果與討論---實驗三

Εύρηκα

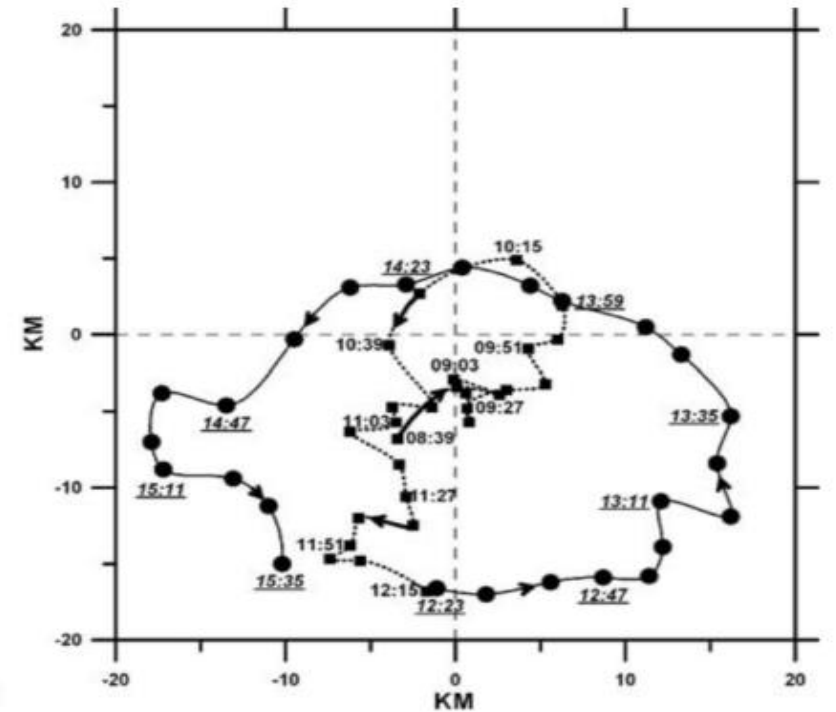
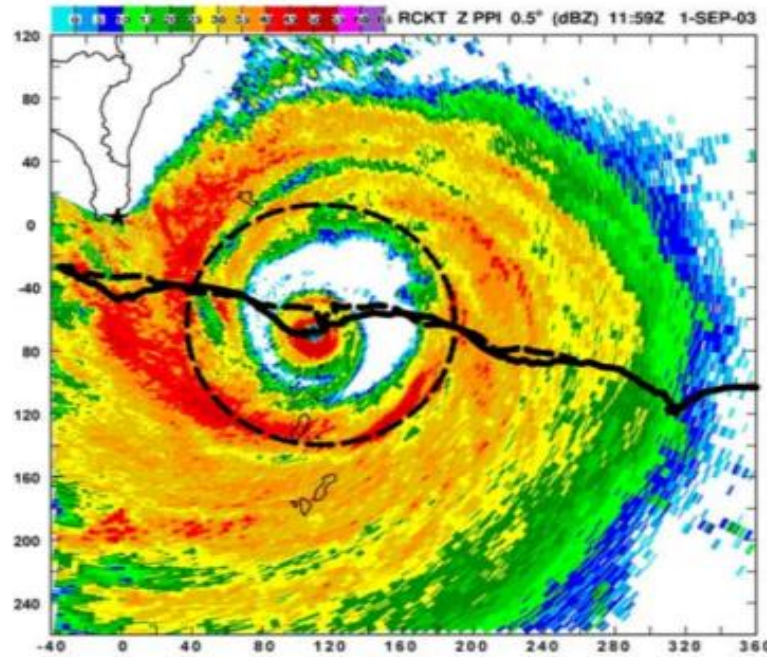
- 特別的運動模式：



# 杜鵑颱風

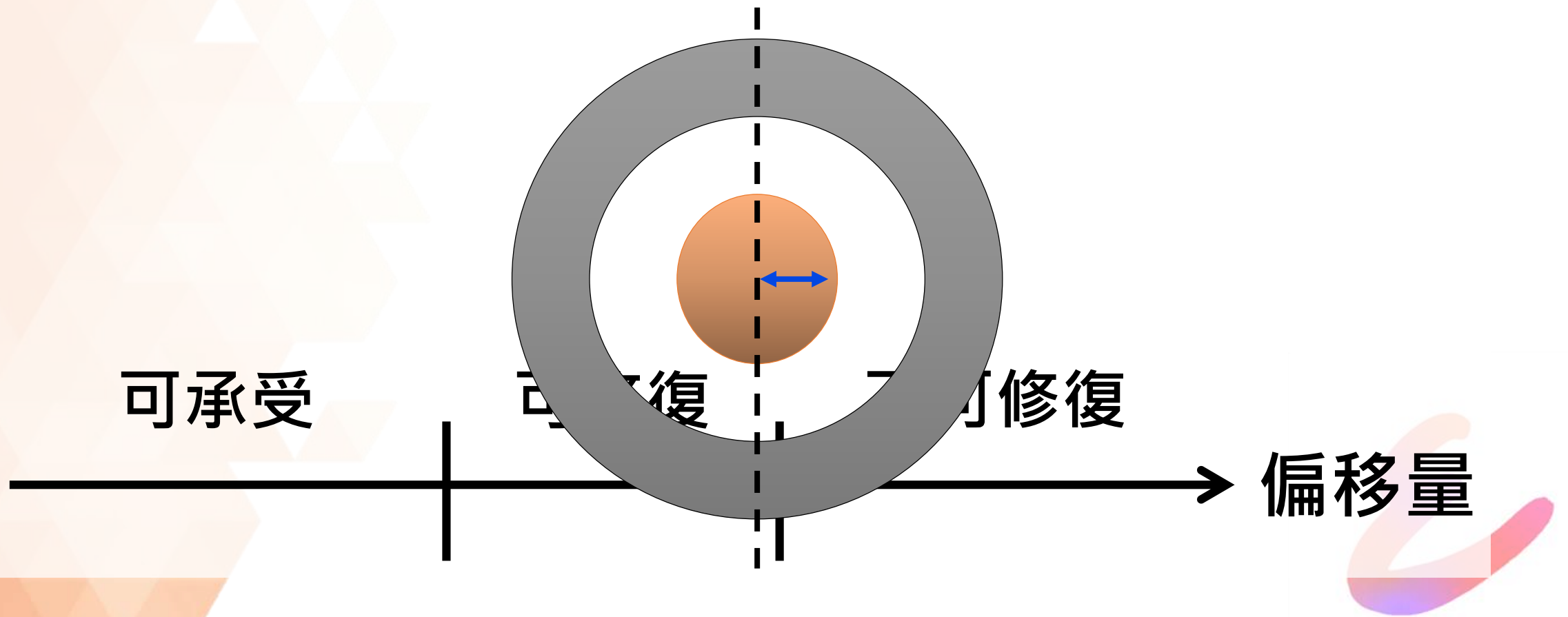
Εύρηκα

- Jing-Shan Hong and Pao-Liang Chang(2003)
- 相似的運動模式



Εύρηκα

# 內核渦漩偏移量

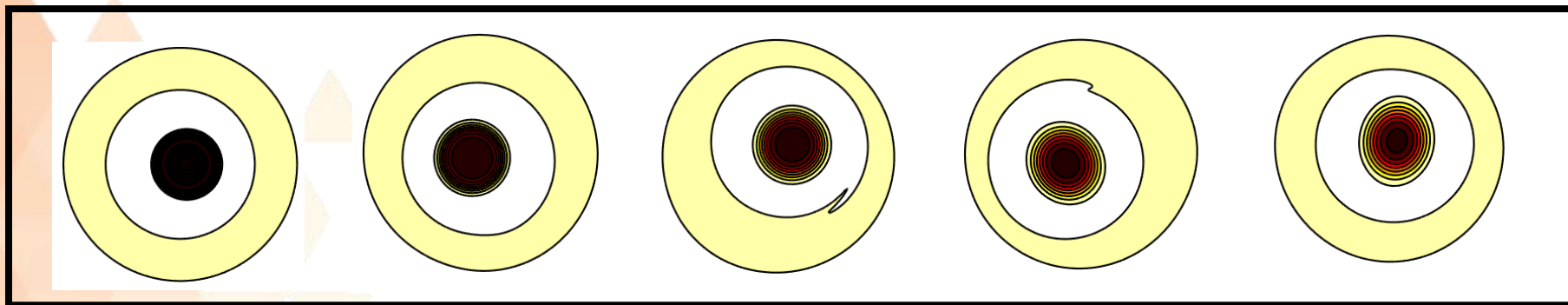




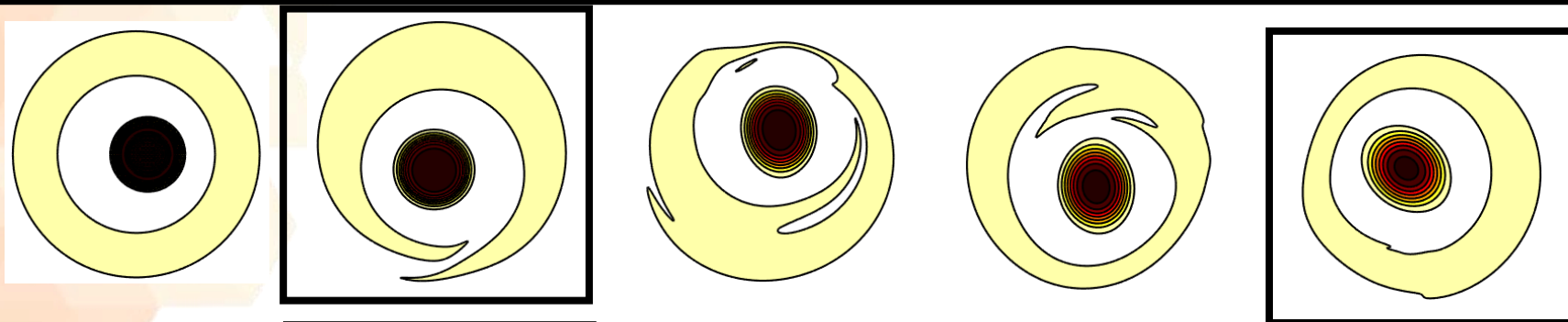
Εύρηκα

t = 0 hr   t = 7.5 hr   t = 15 hr   t = 22.5 hr   t = 30 hr

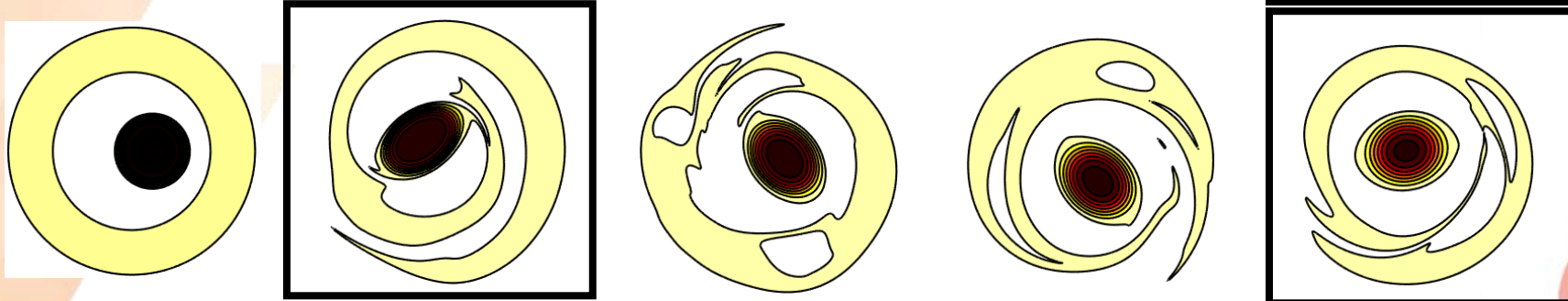
可承受



可修復

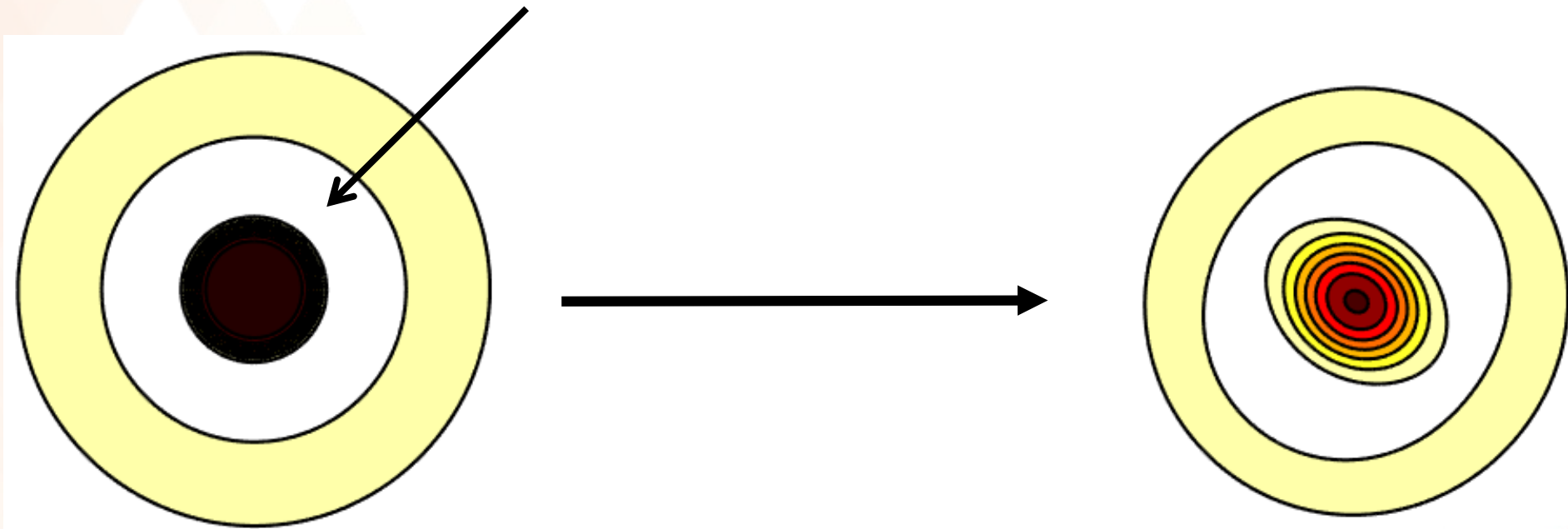


不可修復



# Moat區的不穩定

Εύρηκα



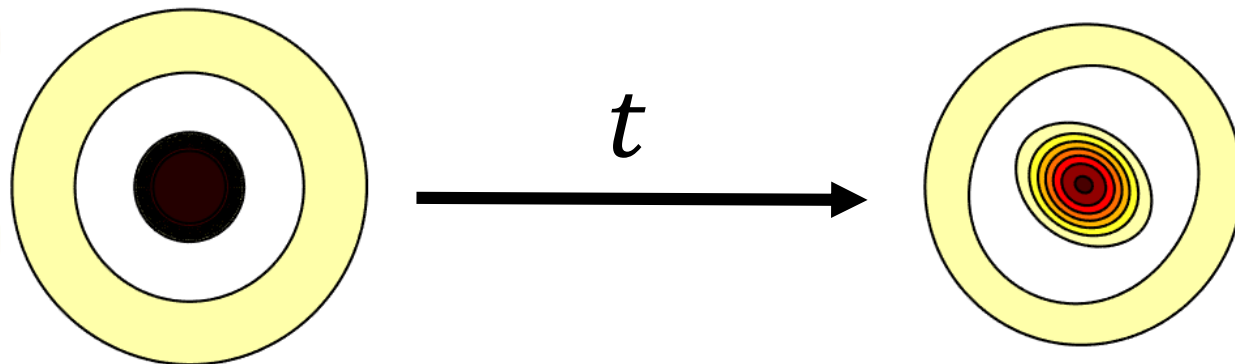
ε



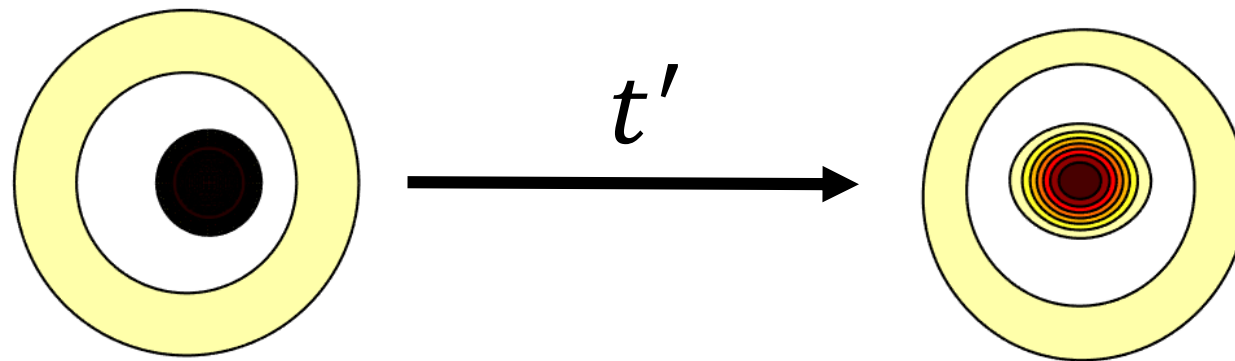
# 穩定時長

Εύρηκα

無偏移



有偏移





$t$

Εύρηκα

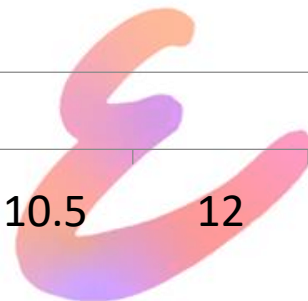
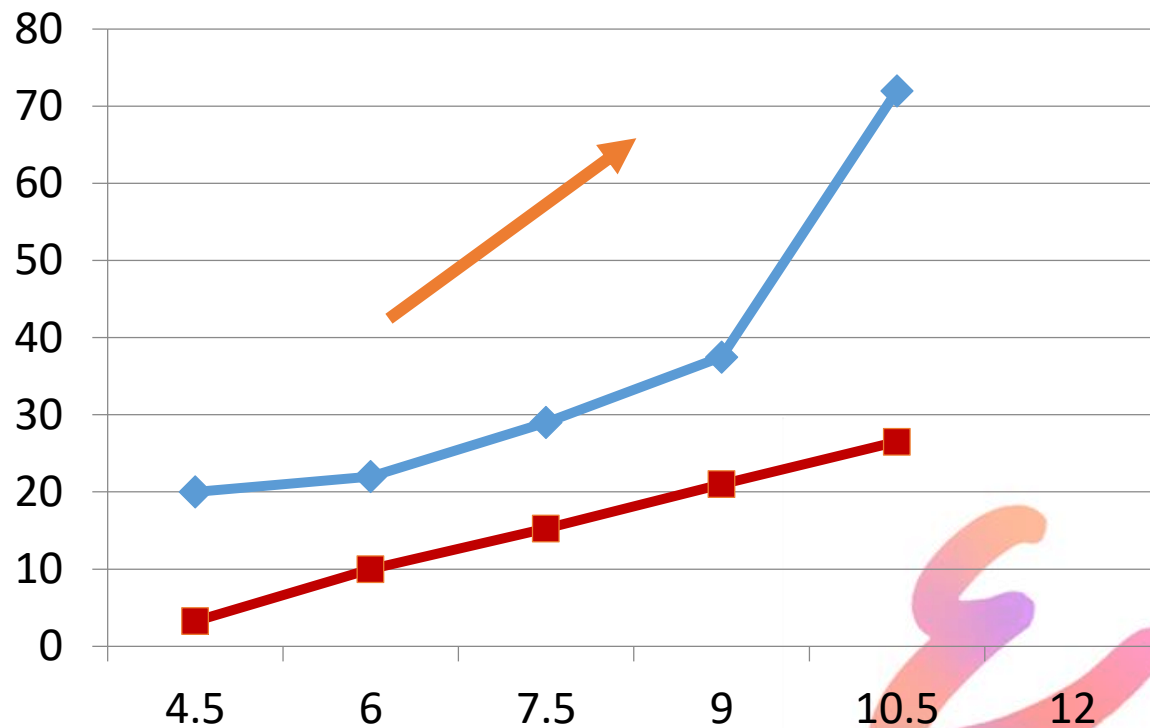
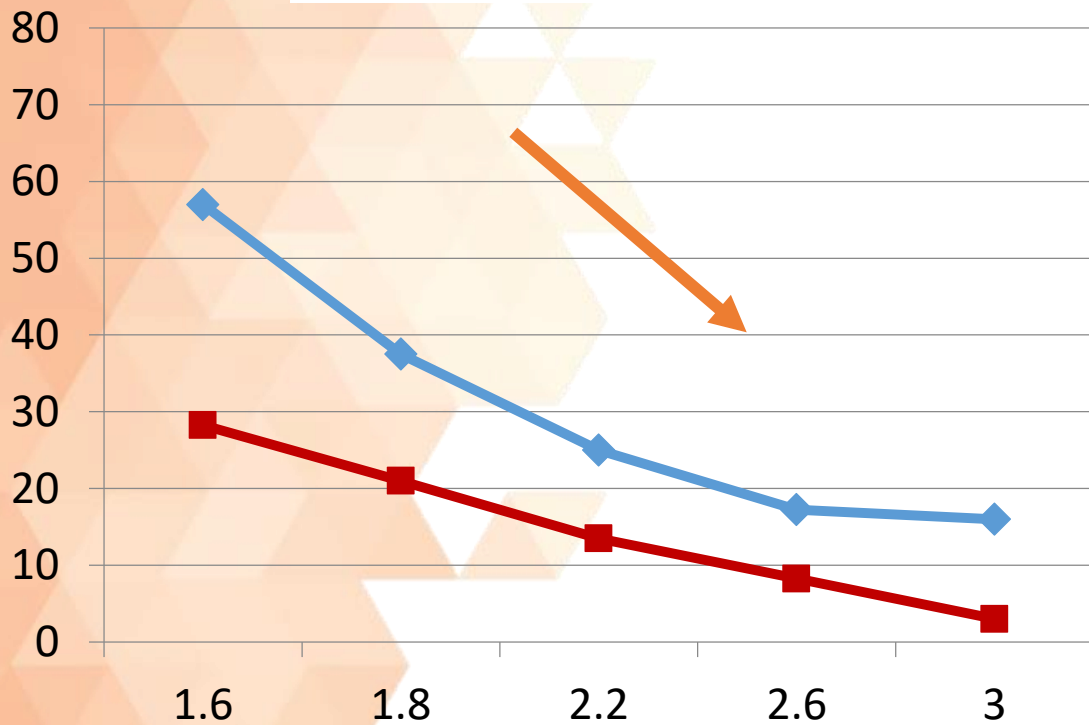


$t'$

外眼牆渦度

内核渦旋渦度

穩定時長  
(hr)

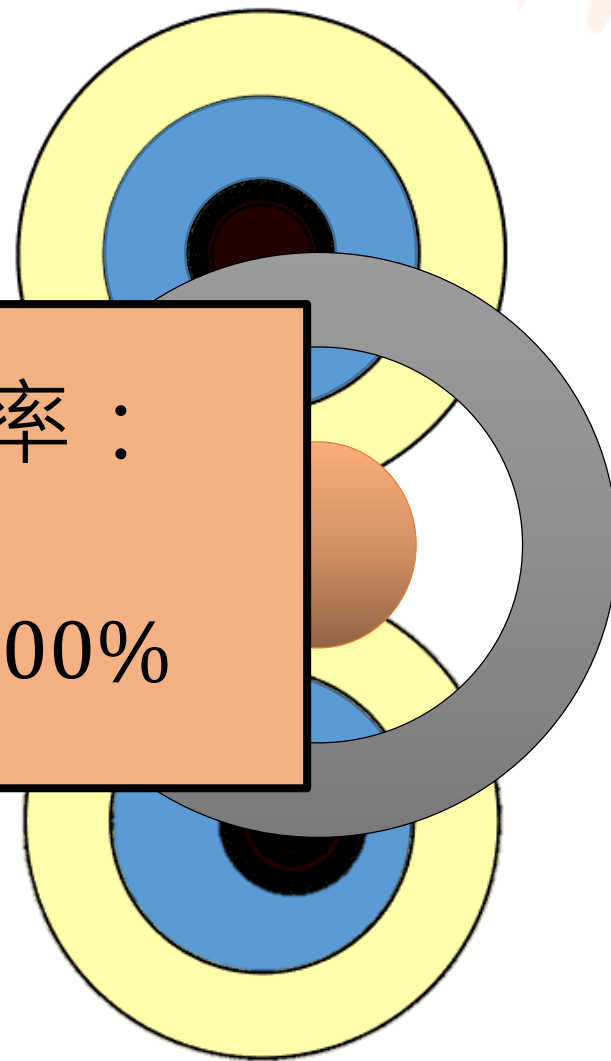


$t$  、  $t'$

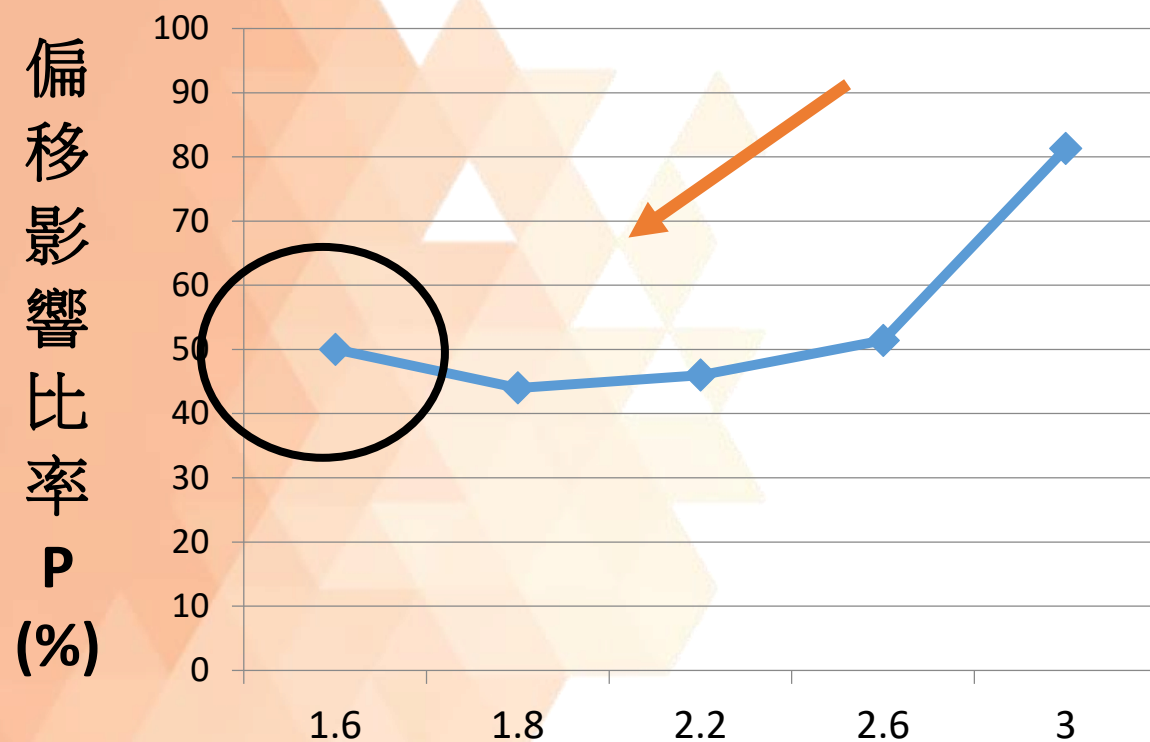
- 雙眼牆結構穩定性分析
- Moat區形狀的

偏移影響比率：

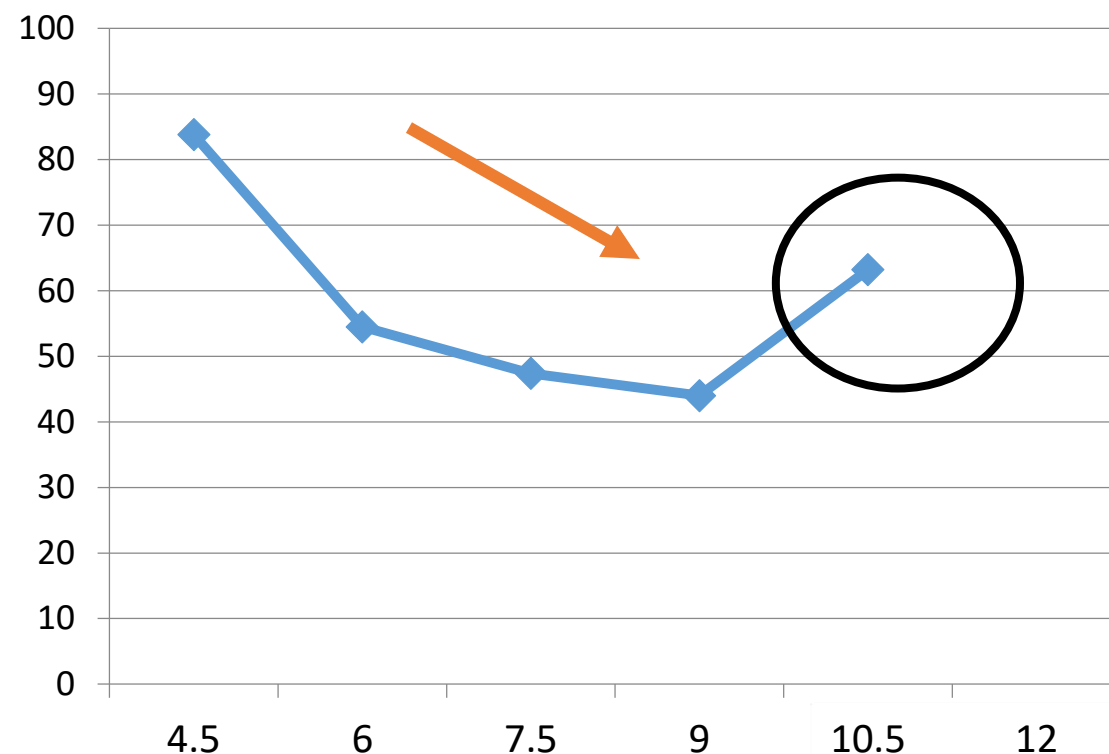
$$P = \frac{t - t'}{t} \times 100\%$$



## 外眼牆渦度



## 內核渦漩渦度



← 穩定

不穩定

穩定 →



# 結論---雙眼牆結構與雲區互動

- 兩結構間距離為不敏感變因
- 雲區與外眼牆渦度相等時會形成CE
- 雙眼牆結構相對越強  $\Rightarrow T$  ; 相對越弱  $\Rightarrow M$
- 渦度面積與雲區大小相關
- 渦度峰值與雙眼牆結構渦度相關



# 結論---外眼牆的作用機制

- 1. 外眼牆可以扮演兩個角色:阻礙左右渦漩的作用，以及弱化核心渦旋的強度，根據作用的情形可分為A、B、C三類，A是幾乎不作用，B僅弱化了核心強度，而C兩者兼具
- 2.在外眼牆過強或過弱的情況下，穩定時間是一個好的判斷作用強弱的標準。



# 結論---擾動對雙眼牆結構的影響

- 內核偏移會使內核渦漩繞著外眼中心旋轉，與觀測相似
- 內核偏移可形成：**可承受、可修復、不可修復**
- 本身**穩定性越佳**的渦漩，內核偏移造成的**影響越小**
- **moat區分布的變化**會使內核偏移之渦漩**失去最低穩定的性質**



# 特別感謝

- 郭鴻基教授
- 李文禮老師
- 陳政友助理
- 尤虹鰲博士
- 家人與朋友

Εύρηκα

