

# 發光寶貝球悠遊卡DIY



臺北市立內湖高工

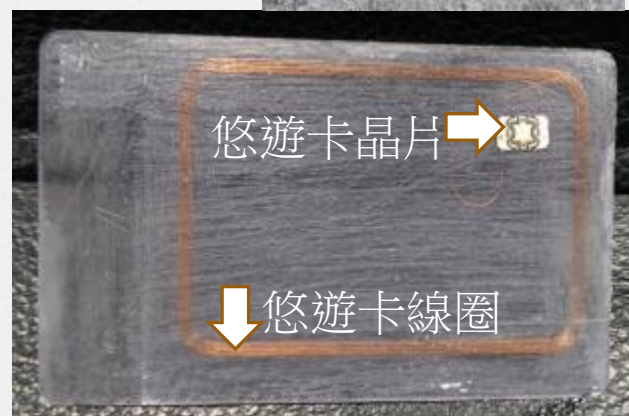
葛士瑋老師

2023/9/24

# 悠遊卡內部構造

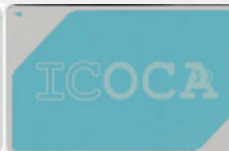


- 悠遊卡內部
  - (1) 微晶片 IC
  - (2) 數圈的感應天線(線圈)



- 使用同樣技術的有：  
悠遊卡、一卡通、iCash、  
捷運單程票、門禁卡、  
商品電子標籤…等

<https://youtu.be/OxyfTQY4PcY>





# 常見感應卡種類

各種單程票線圈



商品防盜標籤



航空行李貼條



商品條碼





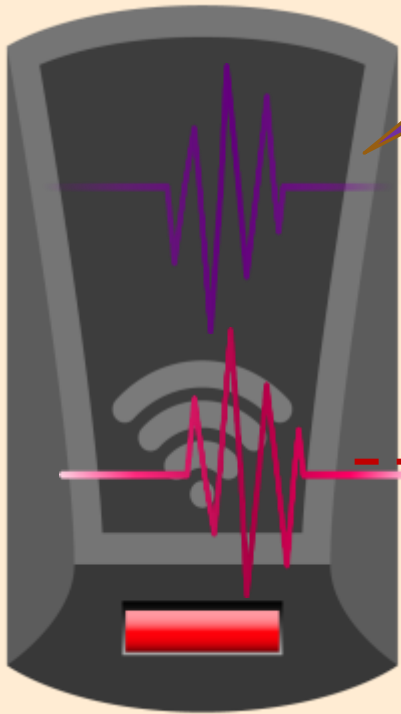
# 各種悠遊卡造型



# 悠遊卡原理

「RFID」的使用，由讀取器（Reader）和標籤（Tag）組成

讀取器（Reader）



發射無線電波，  
並準備讀取標籤  
傳回的電磁波

電子標籤（Tag）



觸動標籤發出電  
磁波回應讀取器



# 悠遊卡原理



## o RFID(射頻辨識)原理：

Radio-Frequency IDentification，是一種「無線通訊技術」，廣泛應用在物品的辨識技術，可以達成不接觸也能感應讀取數據資訊的方式。便利性高，使用範圍廣，壽命長。

## o 同場加映~~

近場通訊 (Near Field Communication, NFC)  
搭配行動裝置，可使用於行動支付的近距離無線通訊技術，類似藍牙的裝置認證技術，但不需配對。

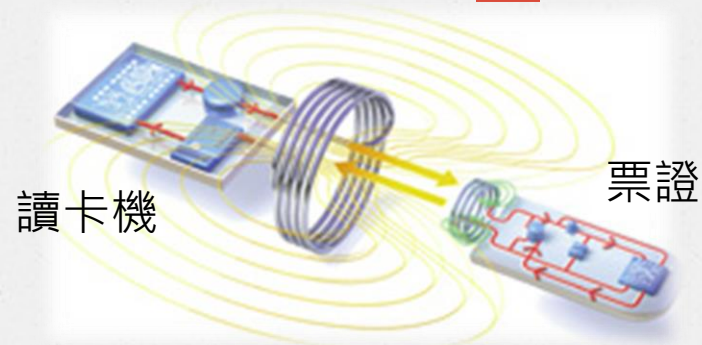
# 悠遊卡原理



- 悠遊卡內部沒電池，為何能傳訊呢？

關鍵就是利用電磁感應，當磁場變化使線圈產生電流。因為悠遊卡與讀卡機內部都有線圈，而讀卡機以「天線」產生電磁波(時變磁場)，使悠遊卡的線圈產生感應電流，進而傳遞資訊回應讀卡機。

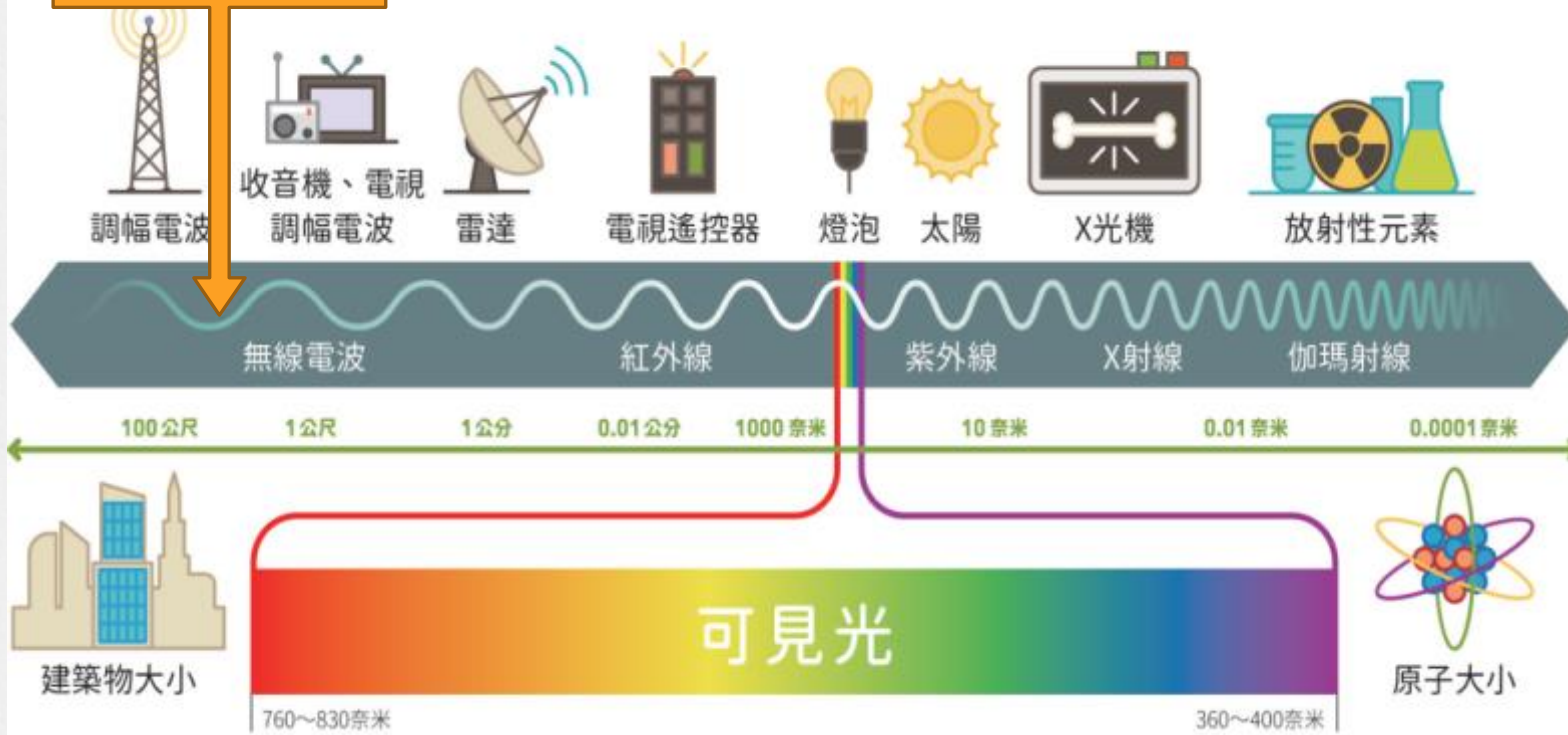
- 所以，雖然悠遊卡本身沒有電，卻能從讀卡機身上得到電力。





# 電磁波

RFID電磁波 $\lambda$   
約20幾公尺



人眼看得到的稱為可見光，看不到的通稱不可見光，透過電磁波可以傳遞能量，包含影像、溫度、能量。



# 改裝悠遊卡所需材料

物理

- 材料：漆包線(線圈)、悠遊卡(一卡通或icash)、透明膠帶、焊錫(導電鋁箔膠帶)、熱熔膠(或快乾膠)、吊飾鍊或鑰匙圈鐵件。

實作

- 工具：小刀、剪刀、手電筒、電鑽、電烙鐵。

化學

- 化學溶劑：丙酮(以玻璃容器盛裝)

藝術

- 個人化的悠遊卡容器(本次以寶貝球為範例)

工程

為了看起來更炫，將會加裝LED

# 改造悠遊卡

## 1、尋找悠遊卡晶片



## 2、分解悠遊卡取出晶片



物理方式破壞  
(風險較高)



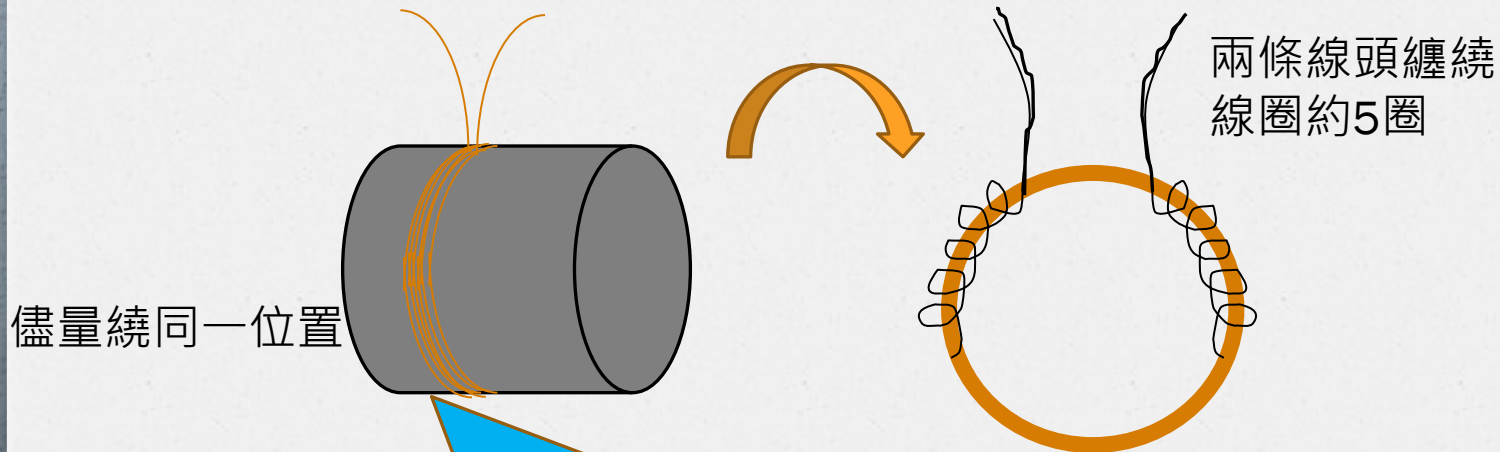
化學方式破壞  
(建議採用)

Q：為何丙酮能夠分解悠遊卡？



# 線圈DIY

- 3、製作線圈：使用水管 & 漆包線，共兩組
  - 1、漆包線兩端去除絕緣漆(兩端各2 cm)
  - 2、繞水管形成線圈
  - 3、取出線圈，以兩端線頭「固定」線圈外型



Q：線圈的參數會有何影響？

# 發光LED模組製作

## 3、組裝LED發光線圈

Q：焊接技巧與知識？



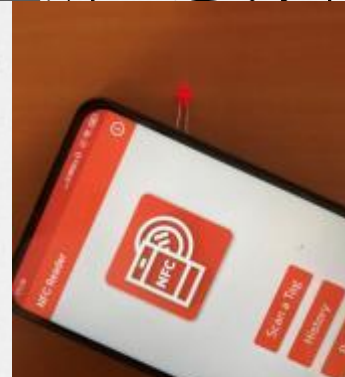
## 4、確認是否LED發光(使用無線充電盤請注意功率)



打開手機NFC



靠LED與線圈



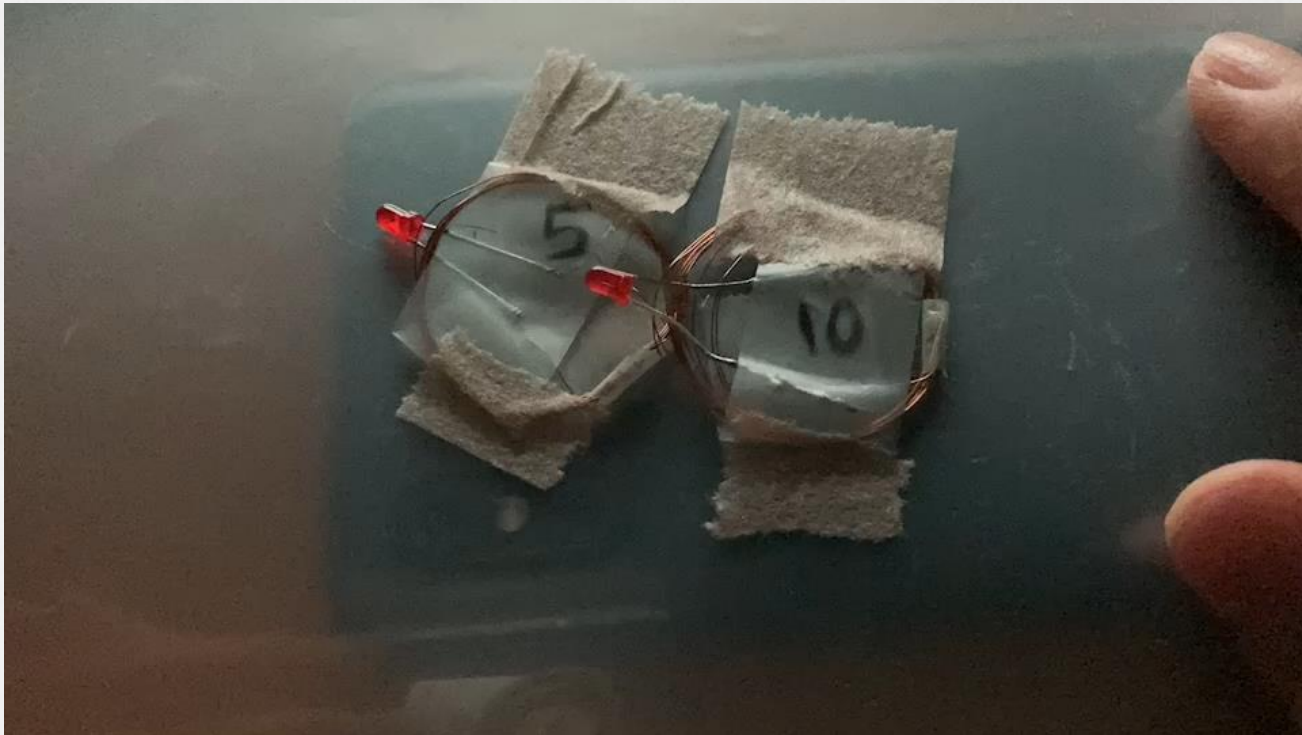
觀察LED發光



# 焊接兩三事~

- 使用電烙鐵焊接：  
清理電烙鐵
- 快速完成焊接的秘密：  
導線上錫、晶片上錫

# 比較線圈匝數與LED亮度





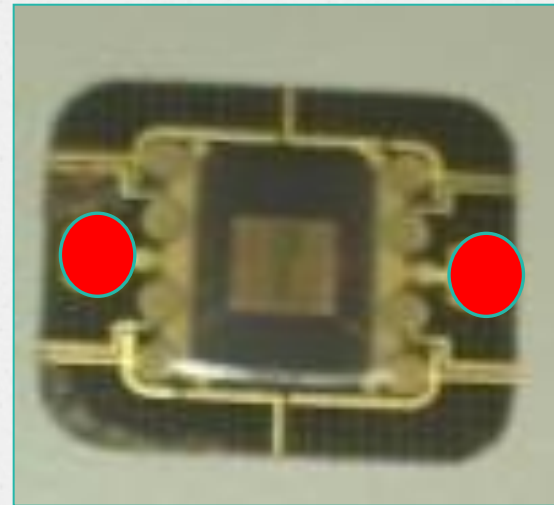
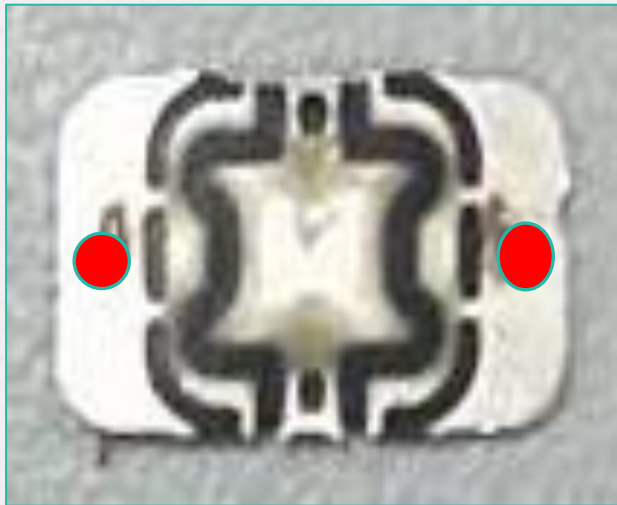
# 認識悠遊卡晶片類型



一般型



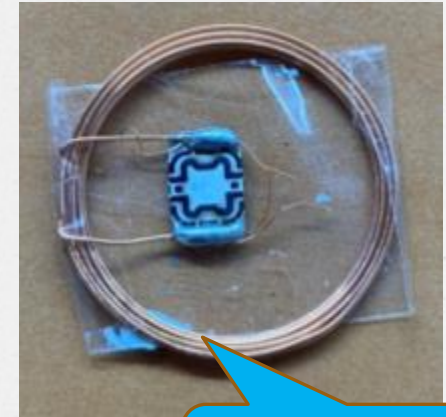
數位學生證型



**確認連接點！**

# 製作悠遊卡感應模組

## 5、悠遊卡晶片連接感應線圈



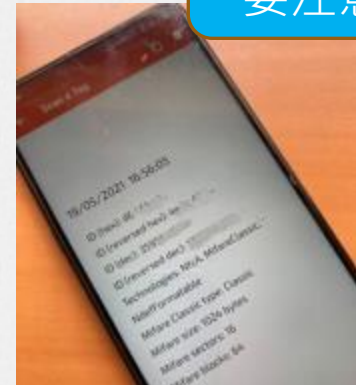
## 6、使用手機程式讀取(測試是否成功)



打開手機NFC



靠近晶片與線圈



確認晶片資訊

Q：晶片的線圈  
要注意什麼？



# 改造悠遊卡容器

## 7、安裝LED

安裝LED  
(以熱熔膠固定鑽孔處)



寶貝球鑽孔(3mm)



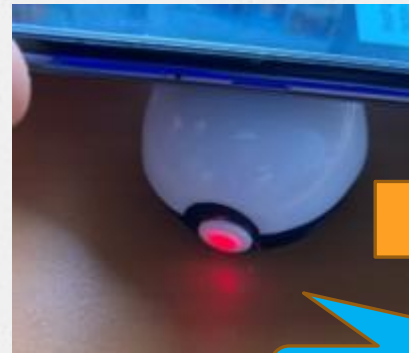
確認開孔大小



將LED線圈  
(暫時置於底部)



打開手機NFC



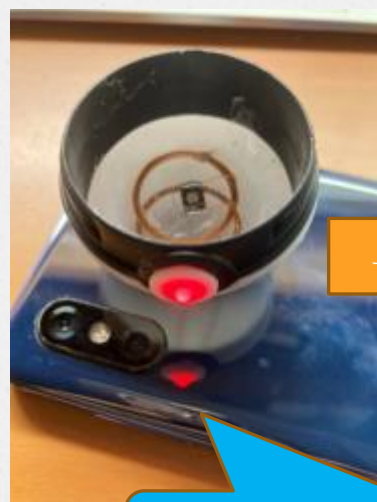
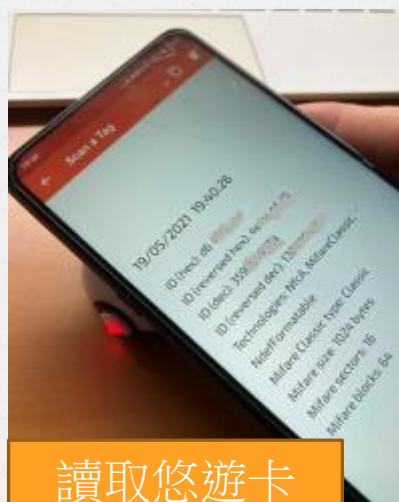
觀察LED發光

Q：容器如何耐用又美觀？

# 改造悠遊卡步驟說明

## 8、組合悠遊卡晶片線圈

兩線圈交錯放置  
(不要完全重疊)



Q：老師，我的讀不到！？



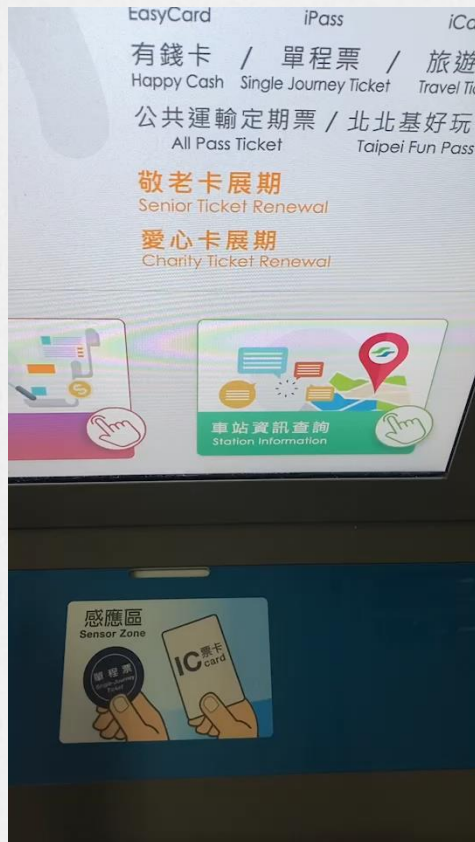
# 改造悠遊卡步驟說明

- 9、完成發光寶貝球悠遊卡~改造成功



Q：改造後真的能用嗎？

# 實際使用狀況





# 問題討論

- 1、悠遊卡主要運用的無線技術是什麼？
- Ans：運用了無線通訊技術RFID (Radio-Frequency Identification)
  
- 2、LED發光是因為線圈的何種現象？
- Ans：法拉第的電磁感應，利用手機(讀卡機)線圈產生的時變磁場(電磁波)，使LED線圈產生感應電動勢，且形成感應電流。

# 問題討論

o 3、線圈的匝數是否會影響LED發光強度？

o Ans：會，根據法拉第電磁感應定律

$$\text{感應電動勢 } \varepsilon = -\frac{N\Delta\Phi}{\Delta t}$$

理論上，匝數N愈大，感應電動勢 $\varepsilon$ 愈大。

但是，實際上因為感應電流 $I = \frac{\varepsilon}{R}$ ，匝數愈多電阻R愈大，反而使得LED愈不亮。



# 問題討論

- 4、為何悠遊卡晶片的線圈與LED的線圈要交錯放置？
- Ans：因為手機的NFC線圈發出的時變磁場強度較弱，若兩線圈重疊，對於第二線圈會造成屏蔽的影響，使得第二線圈沒有作用或產生的感應電流過小。

課程一直做，問題一直有，所以持續找答案.....

## 關於RFID的線圈(天線)

馬義翔, & 鍾世忠. (2007). 應用於無線辨識系統之多重環形電感標籤天線 (Doctoral dissertation).

而在許多應用上 RFID 標籤大多是無源工作的，這意味著微晶片工作時所需要的所有能量必須由讀取器所供應，因此，天線所接收到的訊號功率必須有效的傳送至微晶片，以使微晶片能夠獲得足夠的功率正常工作，而為了達到最大的功率傳送，天線之輸入阻抗必須與微晶片之輸入阻抗為共軛匹配，即

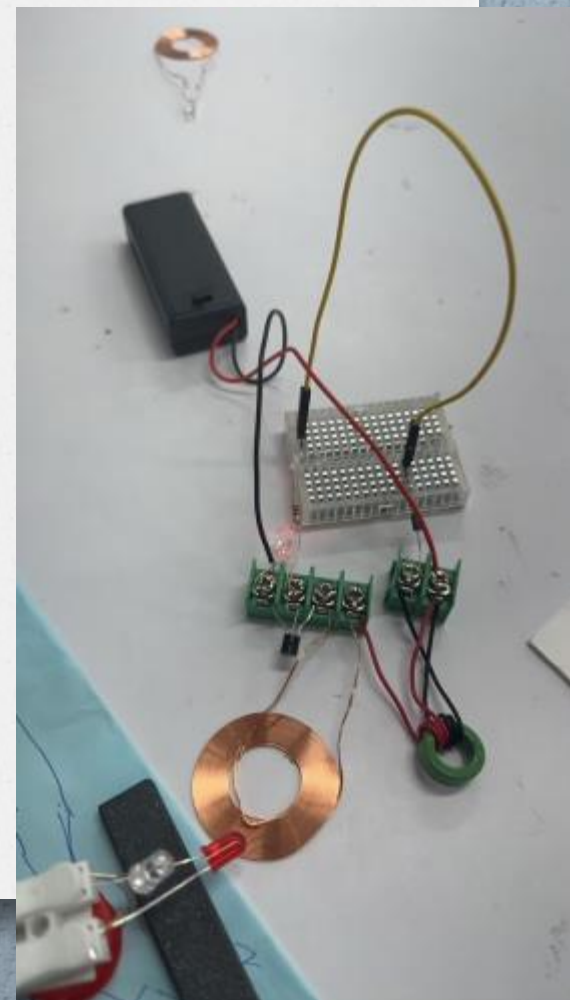
$$Z_a = R_a + jX_a = Z_c^* = (R_c + jX_c)^*$$





# 如何有動力做課程研發？

- 要自己喜歡、有興趣。
- 讓別人(夥伴)也感興趣。
- 課程可以帶來知識增長~
- 一個人走很快，一群人走很久！



課程結束~~大家懂了嗎？

thank  
you!

謝謝聆聽