臺北市無人機教育基礎教材



適用國小高年級

市長的話



臺北市市長 蔣萬安

臺北市秉持「教育是城市永續發展最重要的基石」，持續推動科技教育與智慧治理，期盼讓每一位孩子都具備面向未來的能力，也讓城市因科技而更加安全、便利與宜居。115 年，輝達（NVIDIA）於臺北市設立臺灣總部，展現臺北作為全球科技創新重鎮的發展潛力；同年，臺北市榮獲新加坡「李光耀世界城市獎」，這項榮耀，不僅肯定臺北在城市治理、創新發展及永續建設上的努力，更彰顯臺北市持續以科技提升公共服務品質，打造智慧城市的成果。

臺北市近年來逐步將無人機科技導入市政工作，運用於消防救災、山域與水域搜救、災情勘查及公共設施巡查等面向，協助第一線人員即時掌握現場資訊，提升災害應變效率與公共安全。無人機已不再只是新興科技，更逐漸成為智慧城市治理的重要工具，也展現科技改善生活、服務市民的價值，因此，我們深信，城市的進步不僅來自科技的創新，更有賴人才的培育；而人才的養成，必須從教育扎根。

臺北市於 114 年 3 月領先全國成立「無人機教育中心」，率先推動高級中等以下學校無人機教師研習課程，並全國首創補助考照通過教師考照費用，同時發布高級中等以下學校無人機教育領航計畫、辦理全市性無人機競賽及學生營隊，並於 115 年攜手跨校、跨學層教師團隊，研發全國首套國民小學與國民中學無人機教材，循序引導學生認識無人機基本構造、飛行原理、安全觀念，國中階段則進一步結合自然科學、資訊科技等領域知識，搭配實作探究課程，讓無人機不再只是操作工具，而是連結學習與世界的橋樑。

教育，是城市持續創新的根本動力，臺北市逐年提升無人機教育預算，全面普及無人機教育，透過深化師資培育、精進課程發展、結合競賽交流與體驗學習，建構系統性無人機技職人才培育體系，培養具備實作素養、創新科技思維的新世代人才。期盼本教材能陪伴每一位師生勇於探索無人機領域、樂於無人機科技學習，讓無人機教育成為城市創新的基石，共同打造更智慧、更永續、更具國際競爭力的臺北。

臺北市市長 蔣萬安 謹筆

115 年 7 月

局長的話



臺北市教育局局長
湯志民

教育的目的，不只是傳授知識，更重要的是培養孩子面對未來的能力。隨著人工智慧（AI）、無人機新興科技快速發展，教育更應引導學生從真實情境中探索，STEAM 教育正是實踐這項理念的重要途徑，鼓勵學生透過探究與實作，將課堂所學連結生活經驗，從「學習科技」走向「應用科技」，培養學生自主學習、團隊合作及全球公民素養，迎向快速變遷的新時代。

在眾多新興科技中，無人機兼具科技性、實作性與跨域整合特色，可做為推動 STEAM 教育的學習載體，學生透過無人機飛行操作、程式控制、情境應用及專題製作，進一步思考無人機如何創造更多可能。為此，臺北市於 114 年首度發布「高級中等以下學校無人機教育領航計畫」，補助 23 校共 184 萬元，鼓勵學校開設無人機社團或專題課程，115 年分為基礎學校及進階學校兩類，累計補助 45 校，共計 669 萬元，以校內全面普及無人機教育為核心目標，並首辦「臺北市 AI 無人機教育論壇」，攜手中央、學界、產業及教育界共同擘劃無人機教育發展藍圖，提供學生更多機會接觸與學習無人機科技，拓展無人機多元學習面向。

今年，我們領先全國編撰首套國民小學及國民中學無人機教材，本教材融合 STEAM 教育理念，為不同學齡階段學生適性規劃無人機課程內容，逐步建構對無人機科技的理解與情境應用能力；對教師而言，本教材提供清晰的無人機教學脈絡與實作設計，引導學生於思考與實作中發展多元能力，培養學生主動探索與持續學習的態度，讓無人機教育真正融入學生生活與課堂學習。

本教材的出版，凝聚了臺北市無人機教育中心、教材諮詢委員及種子教師團隊的專業與熱忱，共同打造兼具系統性、實作性與前瞻性的教學資源。期盼本教材成為教師推動無人機教育的重要夥伴，陪伴學生在操作與探究無人機的學習歷程中持續成長，具備面向未來的科技素養與全球視野，共同迎向智慧科技的未來。

臺北市政府教育局局長  謹筆

115 年 7 月

摘　要

本教材旨在為國小的高年級學生設計一套整合「飛行原理」、「無人機操控」與「團隊合作」的無人機教育課程。課程主要以趣味性高、安全性佳的四軸無人機為載體，透過由淺入深的理論講解與實務訓練，幫助學生理解空氣動力學的基本概念（白努利定理），掌握基礎的飛行姿態控制，並在模擬的足球競賽中應用所學，培養問題解決與團隊協作能力。



目　錄

摘　要 …… i
目　錄 …… ii

單元 1：空中魔法師 — 認識無人機

飛行小祕訣

無人機不只是「遙控玩具」是「空中機器人」！ …… 1
一．TIP 學習的知識點 …… 1
1. 現象觀察：為什麼它會飛？ …… 1
2. 科學原理：白努利定理（Bernoulli's Law）的魔法 …… 4
二．操作挑戰（竹蜻蜓體驗） …… 5
三．安全與緊急處置 …… 6
四．無人機與生活：「長了翅膀的攝影師」 …… 6
五．想一想 …… 7



單元 2：心靈感應 — 魔法棒啟動！

飛行小祕訣

無人機的「美國手」遙控器為例，說明基礎控制 …… 8

一 . TIP 學習的知識點 …… 9

1. 現象觀察：無人機為什麼可以被控制？ …… 9

2. 科學原理：無人機的控制與功能 …… 10

二 . 操作挑戰（認識無人機的遙控器） …… 11

1. 操作說明（口訣：心靈相通，先開遙控器再開無人機） …… 11

2. 操作（連線程序示範與「怠速」啟動體驗） …… 11

三 . 安全與緊急處置 …… 12

四 . 無人機與生活：「隱形的通訊線」 …… 12

五 . 想一想 …… 13



單元 3：定格魔法 — 上升、下降與懸停

飛行小祕訣

我們要學習施展飛行咒語，讓無人機平穩升空，在空中施展最厲害的「定格」懸停魔法！ …… 14

一．TIP 學習的知識點 …… 14

1. 現象觀察：無人機為什麼它會停在空中？ …… 14

2. 科學原理：力的平衡 …… 15

二．操作挑戰 …… 16

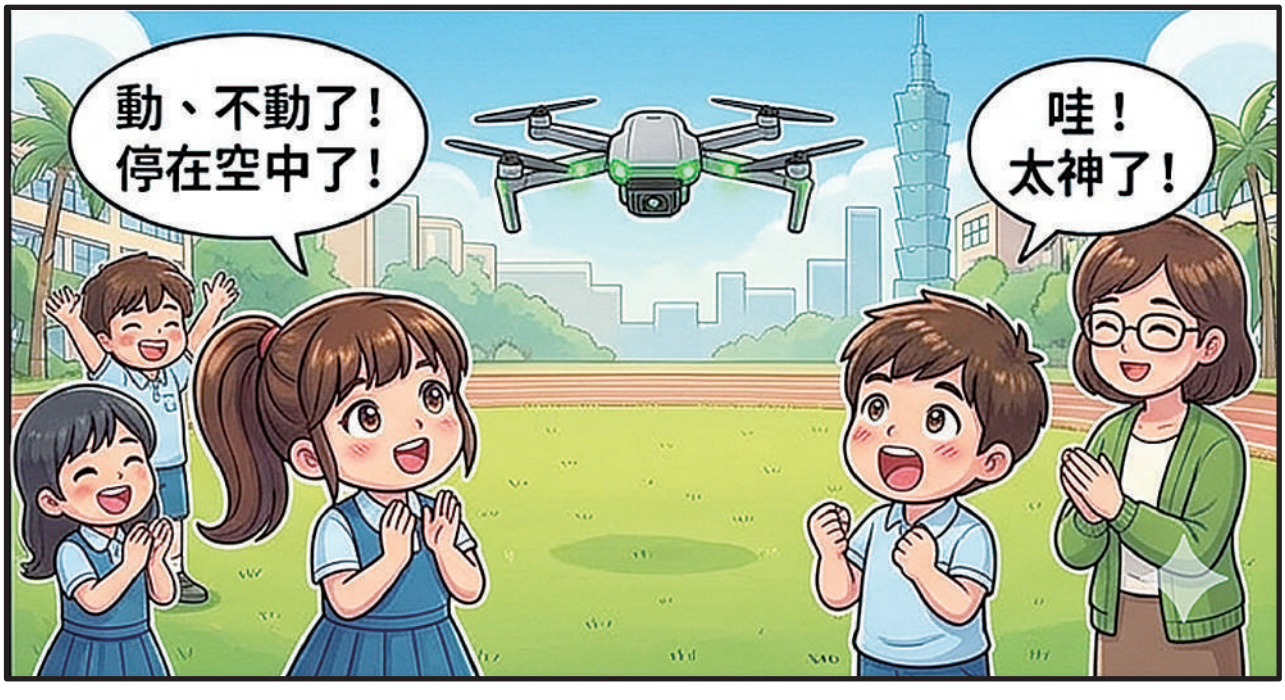
1. 操作說明（口訣：微調魔法、柔和操控） …… 16

2. 操作「三秒懸停」體驗 …… 16

三．安全與緊急處置 …… 17

四．無人機與生活：「空中的定格魔法」 …… 17

五．想一想 …… 18



單元 4：空中移位 — 前後左右與定點

飛行小祕訣

無人機學會了穩定高度後，現在我們要解鎖搖桿的魔法！讓我們練習像開賽車一樣，控制無人機在天空中靈活走位，並精準停在目標物上方 …… 19

一．TIP 學習的知識點 …… 19

1. 現象觀察：為什麼它會飛？ …… 19

2. 科學原理：牛頓運動定律 …… 20

二．操作挑戰（矩形航線） …… 21

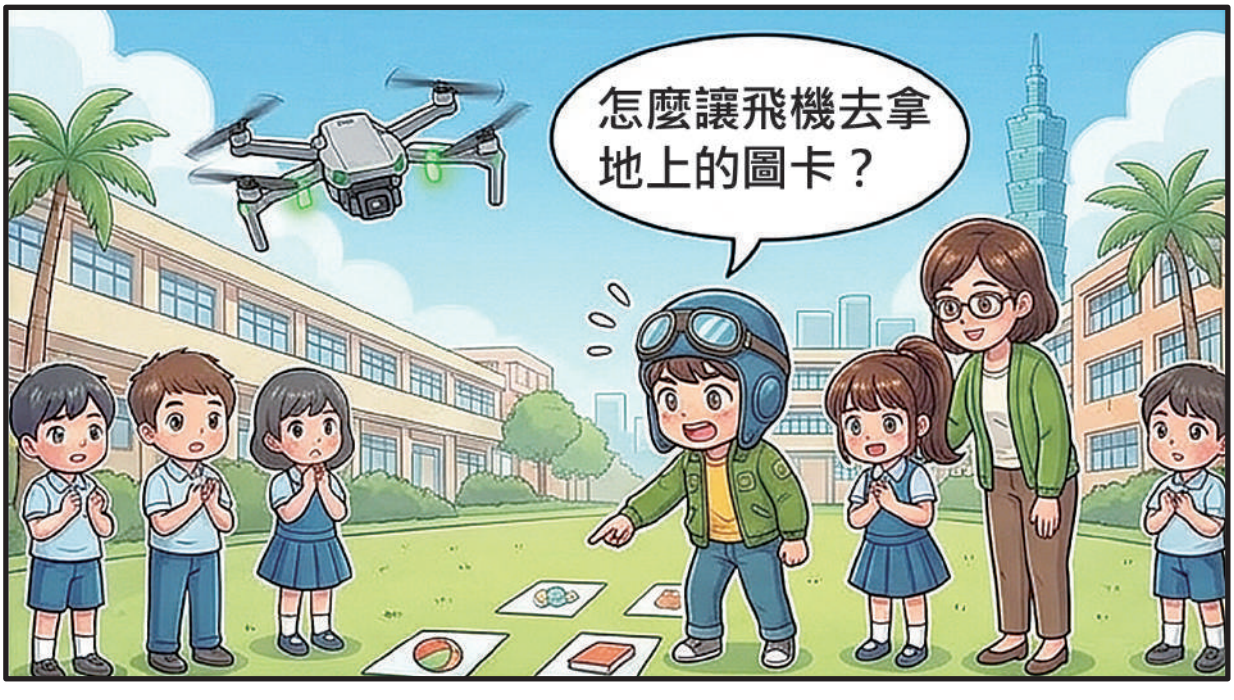
1. 操作說明（口訣：右手推拉、機頭朝前） …… 21

2. 操作「矩形航線」體驗 …… 21

三．安全與緊急處置 …… 22

四．無人機與生活：「趕時間的飛行快遞員」 …… 23

五．想一想 …… 24



單元 5：轉個頭 — 偏航轉向

飛行小祕訣

無人機的「頭」轉向了，方向也會跟著變！本單元我們要學習轉動機頭，並練習在「面對面」的情況下依然能正確操控 …… 25

一．TIP 學習的知識點 …… 25

1. 現象觀察：無人機是四個螺旋槳，而且轉動方向不一樣？ …… 25

二．操作挑戰 …… 27

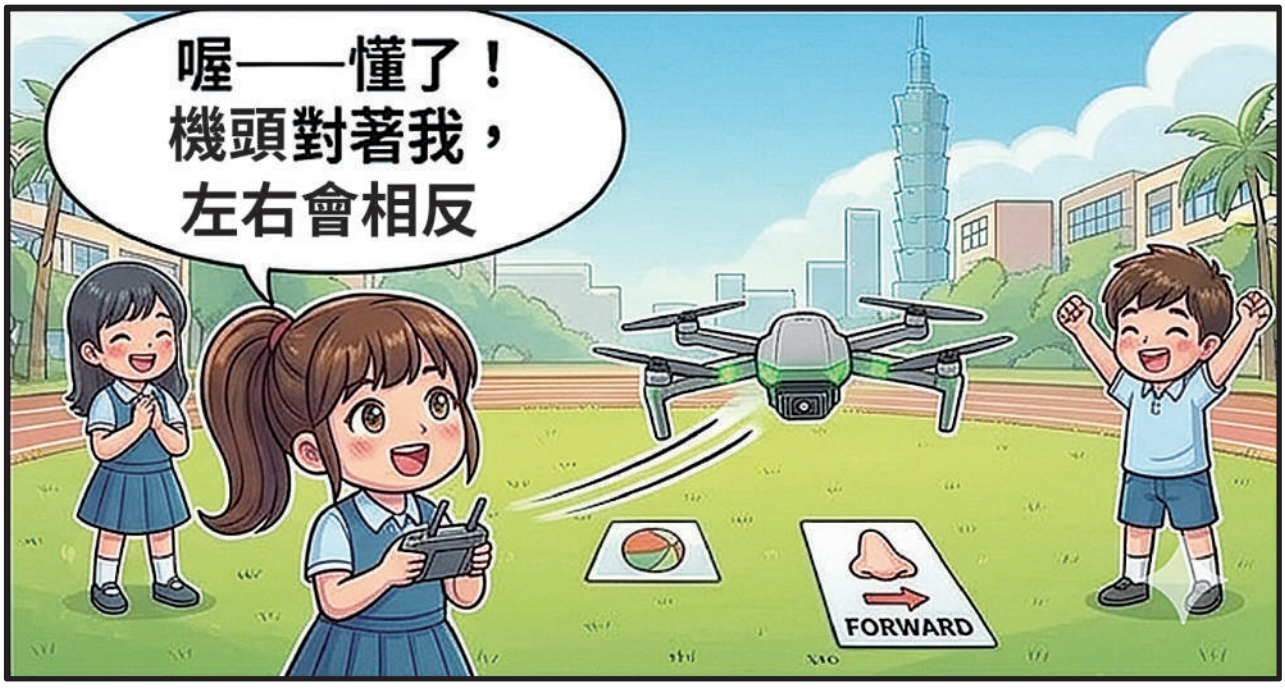
1. 操作說明（口訣：左手轉向、原地畫圈） …… 27

2. 操作「360 度環顧」體驗 …… 27

三．安全與緊急處置 …… 28

四．無人機與生活：「360 度的全景偵探」 …… 28

五．想一想 …… 29



單元 6：隱形畫筆 — 航線飛行

飛行小祕訣

學會了位移與轉向，現在我們要當天空藝術家！結合右手前進與左手轉向，在空中飛出完美的長方形路徑 …… 30

一．TIP 學習的知識點 …… 31

1. 現象觀察：為什麼無人機飛行需要注意飛行的路徑？ …… 31

2. 科學原理：感測器原理 …… 31

二．操作挑戰（無人機足球飛行技巧） …… 32

1. 操作說明（口訣：保持距離、慢速閃避） …… 32

2. 操作挑戰（跟隨 / 避障體驗） …… 33

三．安全與緊急處置 …… 33

四．無人機與生活：「蝙蝠超人的超能力」 …… 34

五．想一想 …… 35



單元 7：熱血開踢 — 無人機足球賽

飛行小祕訣

綜合無人機的基本操作技能，與團隊協同合作的競技場，就由隊伍間的競賽，也可以從中不斷地提升自己與團隊的操控技術 …… 36

一．TIP 學習的知識點 …… 36

1. 現象觀察：無人機足球為什麼外觀跟其他無人機不一樣？ …… 36

2. 科學原理：力與速度的動能應用 …… 36

二．操作挑戰 …… 37

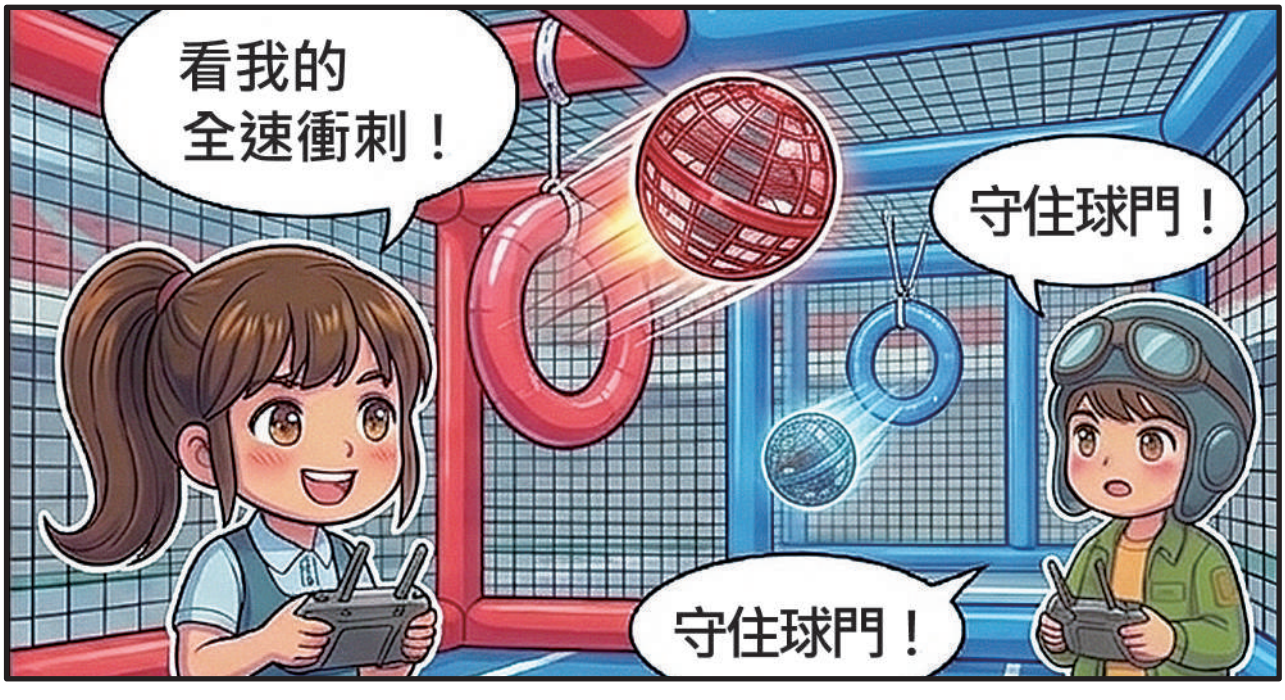
1. 操作說明（口訣：攻擊手 / 穩、瞄、射__防衛手 / 停、碰、防） …… 37

2. 操作挑戰 …… 38

三．安全與緊急處置 …… 38

四．無人機與生活：「空中噴水池的智慧」 …… 39

五．想一想 …… 40



單元 8：王牌飛官 — FPV 視覺任務

飛行小祕訣

FPV 飛行就像是坐在飛機上的飛行員，可以體驗將空中美景盡收眼底，也可以是充滿視覺張力的戰鬥飛行。我們一起戴上 FPV 眼鏡，讓飛機帶我們翱翔在天空吧 ~~ 41

一 . TIP 學習的知識點 42

二 . 操作挑戰（FPV 眼鏡飛無人機） 43

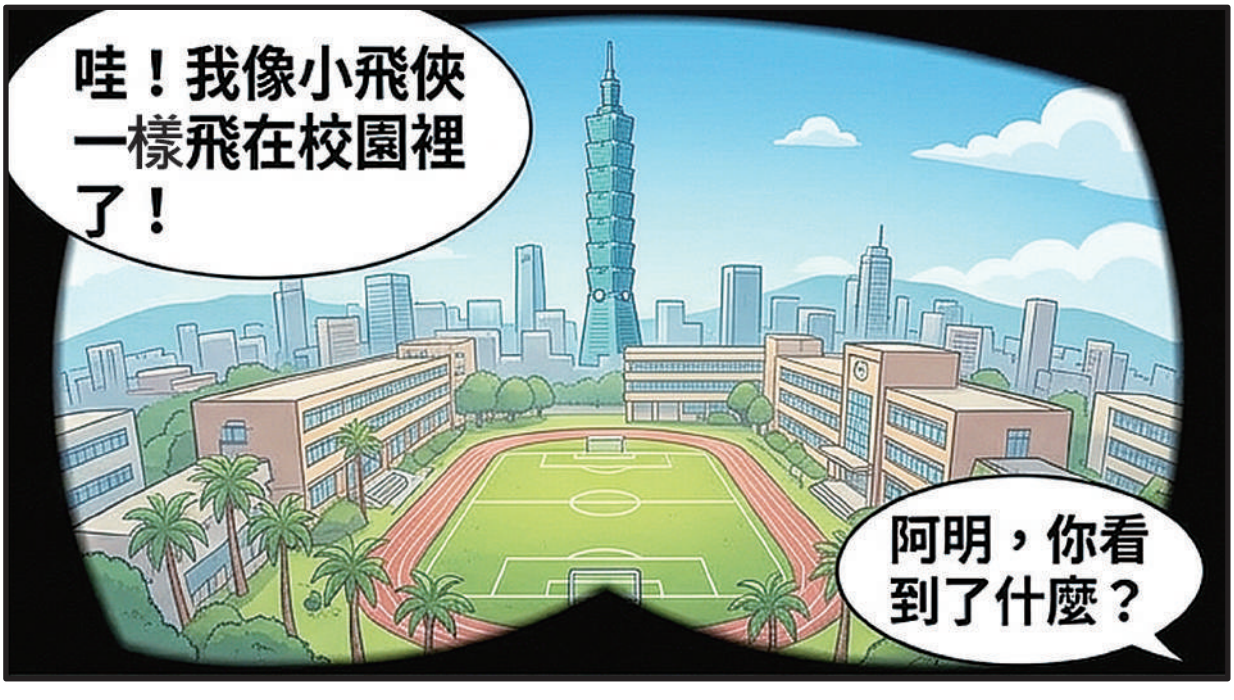
1. 操作說明（口訣：操作手_看著目標往目標飛；觀察手_掌握全局協助操作手） 43

2. 操作挑戰 44

三 . 安全與緊急處置 47

四 . 無人機與生活：「變身蟻人的秘密通道」 47

五 . 想一想 48

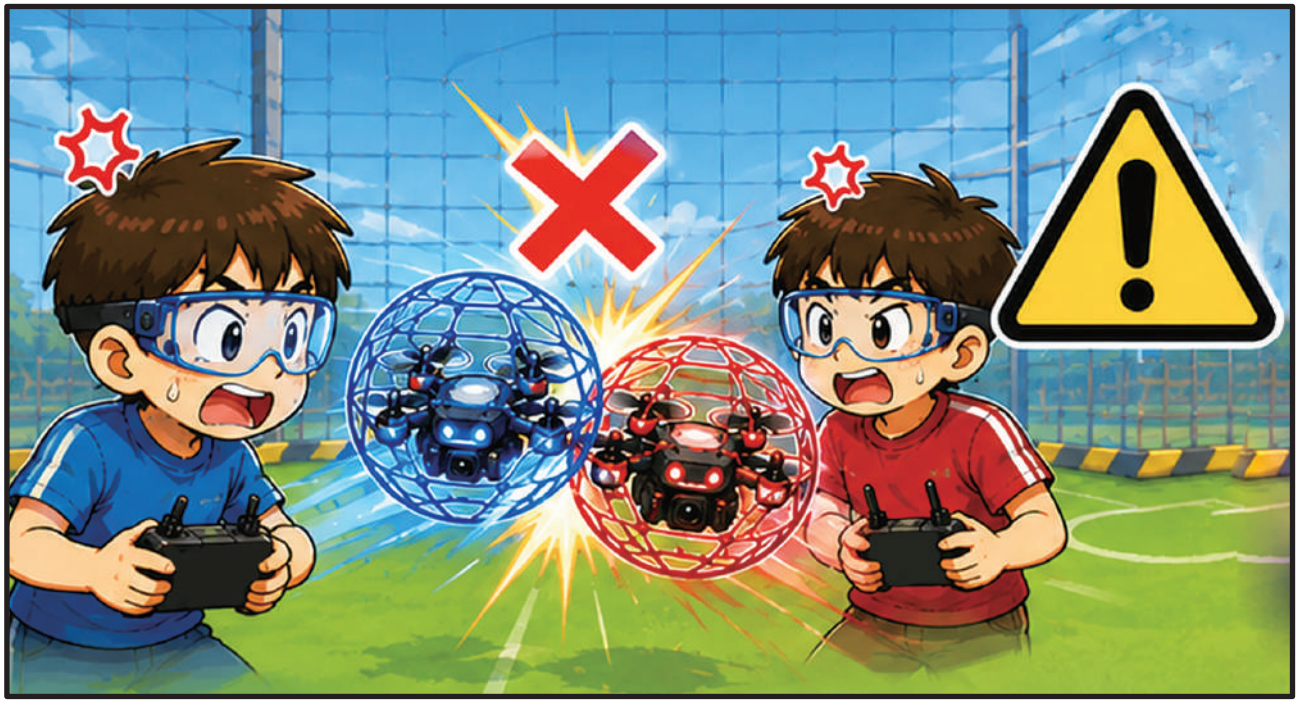


無人機足球（Drone Soccer）競技活動（單元 7_ 附件 1）

一．設備與場地整備 …… 49
二．活動流程說明 …… 50
三．計分規則 …… 51
四．安全與緊急處置（警語提示） …… 51

國小無人機足球競賽紀錄表（單元 7_ 附件 2）

1. 基本資訊 …… 52
2. 得分與違規統計表 …… 52



單元 1
空中魔法師 — 認識無人機

飛行小祕訣

無人機不只是「遙控玩具」是「空中機器人」！

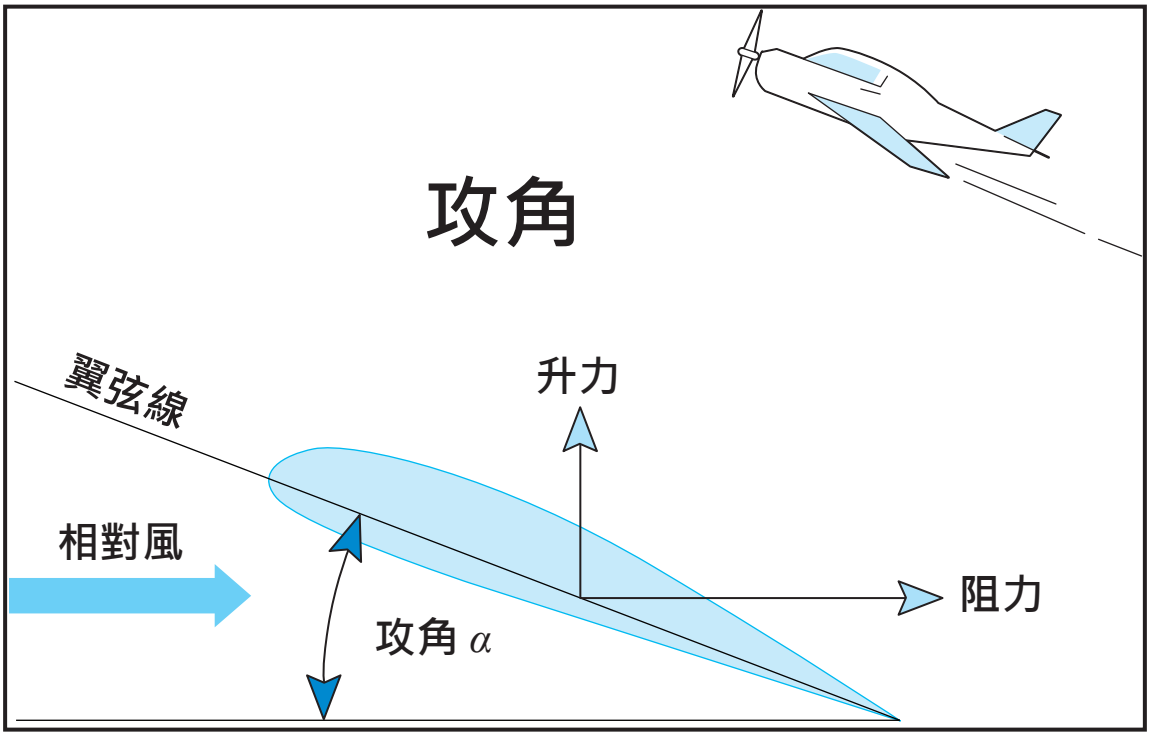
一 TIP 學習的知識點

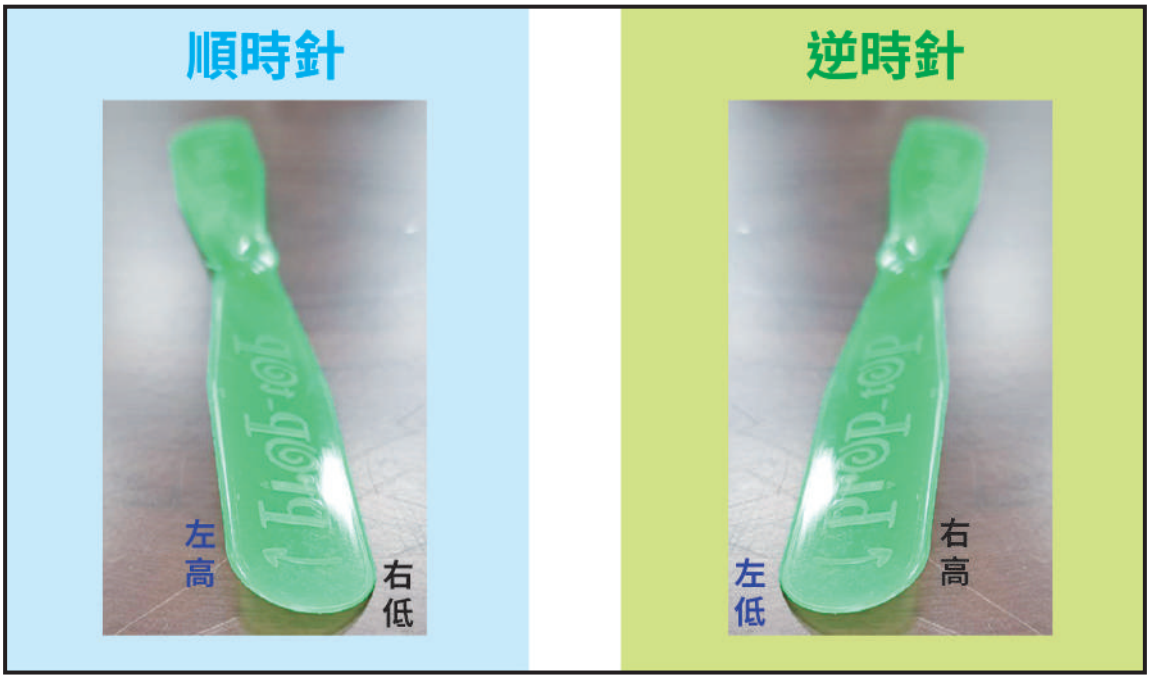
① 現象觀察：為什麼它會飛？



- 阿明：「老師！你看我這隻竹蜻蜓，轉一下就飛得好高喔！」
- 老師：「很棒喔！但你有沒有發現，竹蜻蜓飛一下就掉下來了，為什麼無人機卻能穩穩地停在空中呢？」
- 阿明：「因為無人機上面有四個『電動竹蜻蜓』嗎？」
- 老師：「沒錯！馬達上面的葉片我們叫它『螺旋槳』。讓我們來看看，這片小小的葉片藏了什麼科學魔法。」

TIP 知識點與操作說明（口訣：觀察、比較、發現）

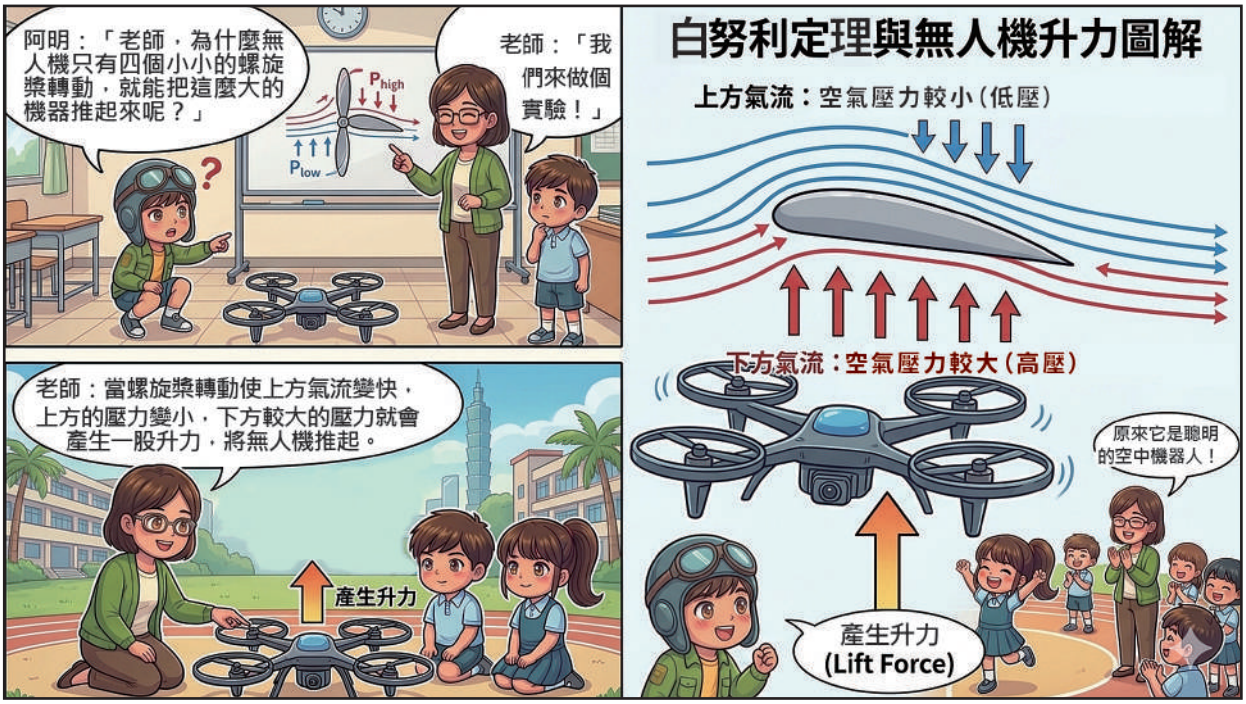




觀察無人機的構造，辨識機身（骨架）、馬達、螺旋槳與電池的位置。



② 科學原理：白努利定理（Bernoulli's Law）的魔法



空氣中的拔河比賽

當螺旋槳快速轉動時，它的特殊形狀（上方弧長、下方平直）會讓空氣產生速度差：

上方空氣：走的路徑比較長，為了與下方空氣同時會合，速度會變快。

下方空氣：走的路徑比較短，所以速度相對較慢。

空氣中升力的產生

當螺旋槳轉動時，空氣流速快的地方，壓力就小；流速慢的地方，壓力就大。下方的「大壓力」會往上推向「小壓力」的地方，這股力量就把無人機推向天空了！

要讓重重的機器飛起來需要一種向上的力量，我們稱為「升力」。

二 操作挑戰（竹蜻蜓體驗）

進行「紙條漂浮」的實驗，將紙條貼在唇下向前吹，觀察紙條如何因壓力差升起。

老師示範

老師操作瓦楞板模擬竹蜻蜓，展示受力方向。

透過示範「吹氣前」（紙條下垂）與「吹氣後」（紙條上升）的差異，讓學生直觀地理解：空氣流動的速度，會改變壓力的分布，從而產生向上的力量。

學生操作（10 分鐘）

使用瓦楞板以不同角度揮動，體驗空氣阻力與作用力，並觀察無人機螺旋槳轉動方向。

學生比較

「吹氣前」（紙條下垂）與「吹氣後」（紙條上升）的差異。





三 安全與緊急處置

- **警告**：操作竹蜻蜓玩具時，必須注意周圍人員的安全。
- **處置**：若參與的學生過度擁擠，應立由老師協助調整教學活動的空間。

四 無人機與生活：「長了翅膀的攝影師」

【生活連結：全家人的飛行相機】

- **故事**：以前全家人去阿里山看雲海想拍大合照，總要找路人幫忙，或者拿著長長的自拍棒，結果臉都變形了！
- **記憶點**：現在有無人機，它就像一位「長了翅膀的攝影師」，可以飛到半空中，幫全家人跟整片大草原、雲海拍下超壯觀的合照！
- **生活應用**：我們在電視上看到的壯闊電影畫面或旅遊節目的風景，很多都是無人機拍的喔！

五 想一想

Q 為什麼我們需要無人機，而不是讓人親自去做這些事呢？

A 因為無人機機動性高，可以取代人類去到危險或難以到達的地方（如高溫、高空），讓任務更安全、更有效率。



Q 如果天空到處都是無人機，會不會有危險？

A 跟交通工具一樣，不當使用或不遵守規則會造成混亂。所以我們學習操作的同時，也要學習安全規範喔！

Q 對國小學生來說，什麼是目前最好的無人機操作體驗的條件與環境？

A 國小的同學還沒達到學習證與無人機操作證考照的年紀，可以使用足球無人機在室內的空間體驗與娛樂。

單元 2
心靈感應 — 魔法棒啟動！

飛行小祕訣

無人機的「美國手」遙控器為例，說明基礎控制。

美國手操作對應



一 TIP 學習的知識點

① 現象觀察：無人機為什麼可以被控制？



- 無人機沒有人坐在上面，所以必須要有可以控制無人機的控制器。
- 遙控器上有兩根可以調整方向的搖桿，遙控器上也有許多有功能性的按鈕。

② 科學原理：無人機的控制與功能

- 遙控指令（2.4 GHz）：這是遙控器和無人機之間透過無線電波進行信號傳輸的頻率，用來傳送前後左右的動作指令。這就像是家裡的 Wi-Fi 或是無線滑鼠一樣。
- 即時影像傳輸（5.8 GHz）：這是無人機鏡頭用來圖傳的專用頻率，就像開直播一樣，能把在天空中拍到的畫面，幾乎零延遲地即時傳回到我們的顯示器或護目鏡裡！
- 衛星導航（GPS）：無人機的大腦會配合 GPS 與導航系統，隨時定位自己在哪個精確位置，讓飛機在空中停得更穩定。



二 操作挑戰（認識無人機的遙控器）



① 操作說明（口訣：心靈相通，先開遙控器再開無人機）

步驟 1 開啟遙控器電源，確認指示燈閃爍。

步驟 2 長按無人機電源開關，等待連線成功的提示音或燈號變化。

步驟 3 確認兩支搖桿（美國手模式）已歸位，準備啟動。

② 操作（連線程序示範與「怠速」啟動體驗）

- **老師示範**：老師示範標準連線程序與「怠速」啟動（螺旋槳慢速轉動，但不起飛）。
- **學生操作（10 分鐘）**：分組練習連線程序 3 次，確保每位組員都能熟練掌握「先開遙控器再開無人機」的順序。

三 安全與緊急處置

- **警告**：連線前必須確認周圍無干擾源，且螺旋槳周圍無障礙物。
- **處置**：若遙控器無法連線，應先關閉雙方電源。應檢查電池電量是否充足，嘗試重新執行連線程序。

四 無人機與生活：「隱形的通訊線」

【生活連結：跟電視遙控器玩遊戲】

- **故事**：你有沒有發現，對著電視按遙控器，電視就會換台？這就是「訊號」在傳遞。
- **記憶點**：無人機的連線就像是跟它「打電話」。我們要「先開遙控器、再開飛機」，就像是先撥通電話，等飛機「接聽（連線）」了，它才會乖乖聽你的話，不會亂跑去別家喔！
- **生活應用**：這跟我們用藍牙耳機連手機聽歌是一樣的原理。



五 想一想

Q 為什麼無人機要在開闊的地方練習？

A 如果在客廳玩竹蜻蜓，很容易撞到電風扇或吊燈。所以無人機也是一樣，要避免使用時造成危險！

Q 如果風太大，無人機該怎麼安全降落？

A 如果遇到突然一陣大風，無人機會被吹走！

- 垂直降落、不要急：風大時，左搖桿（升降桿）要「慢慢地、一點點地向下推」。千萬不能突然關掉電源，不然它會直接掉下來！等無人機降到離地面很近，風比較小的時候，再穩穩地停在安全墊上。



單元 3
定格魔法 — 上升、下降與懸停

飛行小祕訣

我們要學習施展飛行咒語，讓無人機平穩升空，在空中施展最厲害的「定格」懸停魔法！

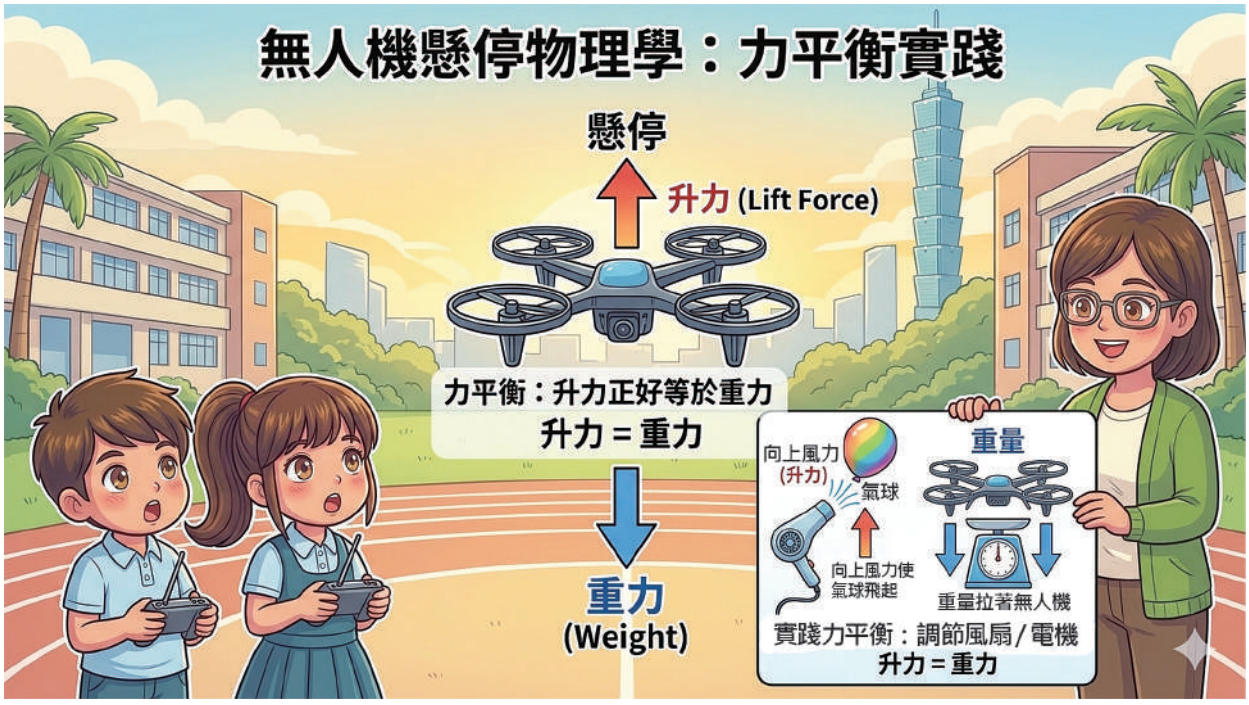
一 TIP 學習的知識點

① 現象觀察：無人機為什麼它會停在空中？



▶ 螺旋槳產生的升力正好等於無人機的重量時，無人機就會停在半空中。

② 科學原理：力的平衡



- 力平衡的實踐：當螺旋槳產生的升力正好等於無人機的重量時，無人機就會保持「懸停」。
- 在風中站直的本領（抗風能力）：就像我們在強風中要把身體站直一樣，無人機的大腦也會自動感覺風的方向，並微調四個馬達的力氣來對抗風，讓自己像黏在空中一樣不被風吹跑！

二 操作挑戰



① 操作說明（口訣：微調魔法、柔和操控）

步驟 1 左手「升降桿」輕輕上推，讓無人機上升離地面約 1 公尺高。

步驟 2 練習穩定左手位置，觀察無人機是否能定高飛行。

步驟 3 若飛機下降則輕補油門，若上升則輕收油門，實現穩定懸停。

② 操作「三秒懸停」體驗

- **示範**：老師示範「三秒懸停」，展示手部細微的動作。
- **學生操作（10 分鐘）**：每位學生練習起飛至 1 公尺高，並嘗試維持懸停 5 秒後穩穩降落。

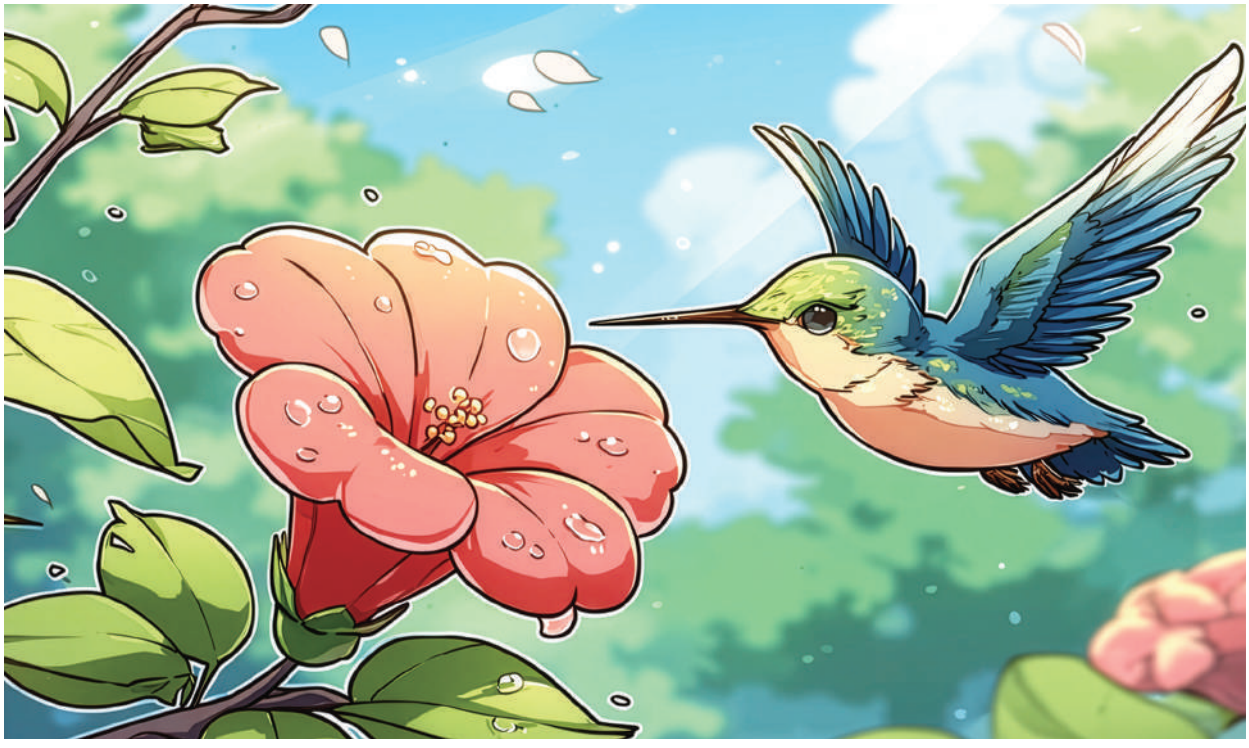
三 安全與緊急處置

- **警告**：嚴禁在懸停練習時大範圍猛推搖桿，以免飛機失控撞牆。
- **處置**：若無人機衝太高偏離安全範圍，應向下拉搖桿平穩降落，避免直接關機導致墜落。

四 無人機與生活：「空中的定格魔法」

【生活連結：模仿吸蜜的小鳥】

- **故事**：看過「蜂鳥」嗎？牠們為了吸食花蜜，翅膀拍動得飛快，讓身體穩穩地「停」在花朵前面。
- **記憶點**：無人機的「懸停」就像是這種魔法！當升力剛好等於重量時，它就能在空中「定格」。這讓無人機在幫警察叔叔觀察交通時，可以看得清清楚楚。
- **生活應用**：警察叔叔會用無人機在高空懸停，觀察哪裡塞車了，並引導大家走更順的路。



五 想一想

Q 為什麼要在沒有障礙物的地方練習？

A 挑選適合的地方是為了所有人的安全！

- **避開「隱形陷阱」**：新手最容易撞到電線或細細的樹枝，那些在遠處根本看不清楚。開闊的地方就像一個「大操場」，沒有障礙物，我們練習轉彎時才不會手忙腳亂撞到牆。
- **遙控器的訊號才收得好**：無人機需要跟遙控器連線，所以找個大草坪，對無人機和對我們大家都最安全！如果在高樓旁邊，訊號會被擋住，無人機可能會「迷路」亂飛。

Q 懸停時你用了哪些控制技巧？

A 緊盯機身與輕柔微調！眼睛要一直看著無人機，雙手大拇指輕輕地、小幅度地撥動搖桿來修正方向，抵消風力，讓它保持在同一個位置不動。

- **逆風慢慢飛**：降落時要讓無人機「迎著風」飛，這樣比較穩。如果順著風，無人機可能會像溜冰一樣停不下來。

單元 4
空中移位 — 前後左右與定點

飛行小祕訣

無人機學會了穩定高度後，現在我們要解鎖搖桿的魔法！讓我們練習像開賽車一樣，控制無人機在天空中靈活走位，並精準停在目標物上方。

一 TIP 學習的知識點

① 現象觀察：為什麼它會飛？



- 方向感與相對位置：了解以「機頭」方向為基準。當機頭朝正前方時，右手搖桿的四個推動方向，剛好就對應飛機在空中的水平移動。

  (a) 推前：飛機「低頭」向前飛，離自己越來越遠。

  (b) 拉後：飛機「仰頭」向後退，回到自己身邊。

  (c) 向左：飛機「側身」往左邊橫移。

  (d) 向右：飛機「側身」往右邊橫移。



② 科學原理：牛頓運動定律

- 無人機移動後需要反向的作用力才能停住，這是在訓練預判慣性。

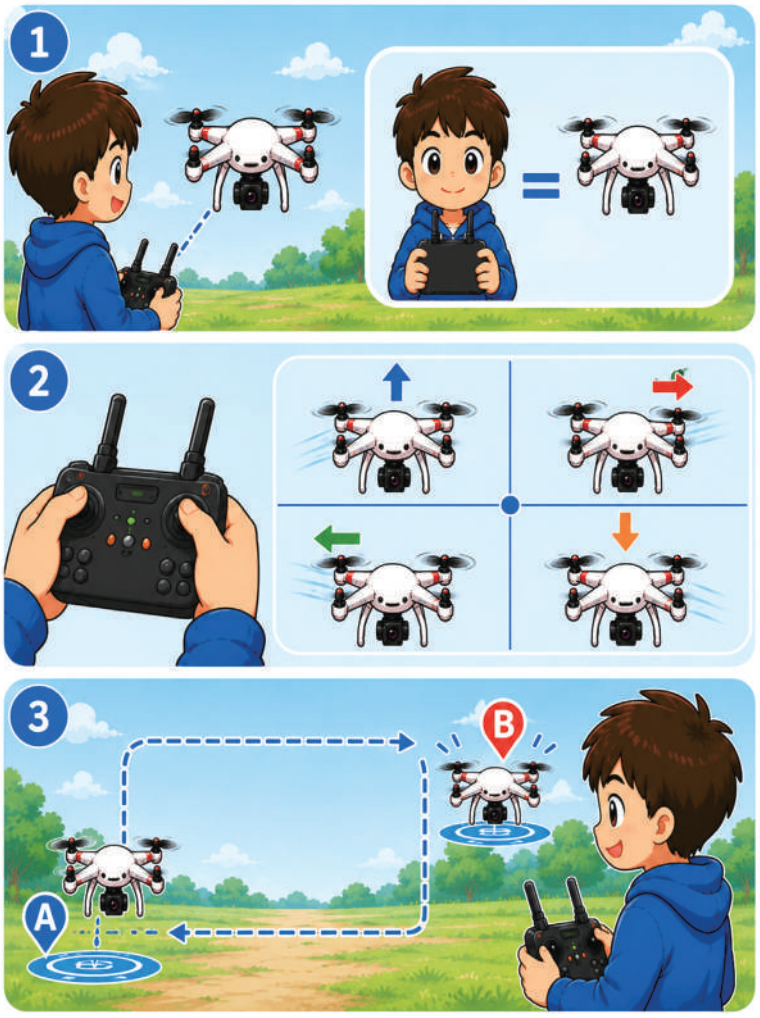
二 操作挑戰（矩形航線）

① 操作說明（口訣：右手推拉、機頭朝前）

步驟 1 確認無人機機頭與操作者方向一致（面向前方）。

步驟 2 輕推右手搖桿前、後、左、右，觀察飛機的動態響應。

步驟 3 練習「定點平移」，從 A 點移動到 B 點後靜止懸停。



② 操作「矩形航線」體驗

▶ **示範**：老師演示「矩形航線」，展示平滑的轉向與定點停頓。

▶ **學生操作（10 分鐘）**：分組進行「定點降落」練習，將飛機從起飛墊移動至 2 公尺外的指定目標圓心。

三 安全與緊急處置

- **警告**：移動時速度不可過快，應隨時注意機頭朝向，避免方向錯亂。
- **一般迷航時處置**：放開雙手搖桿，讓飛機定點懸停，並將機尾轉回對準自己，找回方向感。
- ⚠**快要撞到人時（極端危險）**：立刻執行緊急停機或全關油門，寧可讓飛機墜地，也要保護同學不被旋轉的槳葉割傷。



四 無人機與生活：「趕時間的飛行快遞員」

【生活連結：不用塞車的披薩外送】

- **故事**：如果住在深山裡的奶奶突然想吃藥或吃披薩，外送員開車要繞好久的山路，怎麼辦？
- **記憶點**：無人機可以變身「飛行快遞員」，直接從空中走直線，越過河流與森林，把熱騰騰的物資送到奶奶家門口！
- **生活應用**：現在很多偏遠地區或是醫院，都開始嘗試用無人機送急救藥品或包裹，速度比車子快多啦！



五 想一想

Q 為什麼無人機放開搖桿後，還會往前滑動一小段距離？

A 因為無人機在飛行時有「慣性」，就像你跑步跑很快時，不能瞬間停住一樣。



Q 如果飛機快要撞到前方的人或牆壁，該怎麼辦？

A 處置：立刻把右手搖桿往「後」拉一下（點煞），或者直接下拉左手搖桿降落。





單元 5
轉個頭 — 偏航轉向

飛行小祕訣

無人機的「頭」轉向了，方向也會跟著變！本單元我們要學習轉動機頭，並練習在「面對面」的情況下依然能正確操控。

一 TIP 學習的知識點

① 現象觀察：無人機是四個螺旋槳，而且轉動方向不一樣？





- **螺旋槳的拔河比賽**：如果無人機的四個螺旋槳都往同一個方向轉，飛機自己就會像陀螺一樣在空中瘋狂打轉！所以它們必須兩個順時針轉、兩個逆時針轉，互相抵消旋轉的力量，飛機才能穩穩地不亂轉。

- **逆風跑步超耗力**：當天空中風很大時，無人機為了維持在原地不動，大腦會命令馬達拼命加速旋轉來對抗風力。這就像我們逆著強風跑步一樣，會消耗非常多的力氣，這時候電池的電量也會掉得特別快喔！所以風太大時就不要飛了喔！

二 操作挑戰



① 操作說明（口訣：左手轉向、原地畫圈）

步驟 1 在懸停狀態下，輕輕撥動左手搖桿的水平方向。

步驟 2 練習順時鐘旋轉 90 度，停頓，再逆時針轉回原位。

步驟 3 觀察機頭旋轉時，尾燈或機身標誌的方位變化。

② 操作「360 度環顧」體驗

示範：老師展示「360 度環顧」，示範如何在不改變高度的情況下精準轉向。

學生操作（10 分鐘）：練習「方位變換練習」，分別將機頭指向東、南、西、北四個方位，並且每一個方位維持 3 秒的懸停。

三 安全與緊急處置

- **警告**：旋轉時容易產生頭暈或方向錯亂，初學者切勿連續旋轉方向。
- **處置**：若轉向後分不清方向，應將無人機緩慢降落，手動校正機頭後再重新起飛。

四 無人機與生活：「360 度的全景偵探」

【生活連結：大樓醫生的全身檢查】

- **故事**：學校的高樓外牆裂開了，要請修理叔叔搭搖搖晃晃的吊籃上去檢查，好危險喔！
- **記憶點**：無人機可以原地旋轉「轉頭」，像個專業偵探一樣，全方位 360 度檢查大樓的每個角落。
- **生活應用**：無人機會幫忙檢查高高的電塔或是橋梁底下，人不用爬上去，只要轉動無人機的「臉」，哪裡壞掉一眼就看到！



五 想一想

Q 為什麼我們要把「機頭」轉向要飛的方向？

A 因為這樣我們的操作方向才會跟飛機的方向「一致」，飛起來才最直覺、最安全。



Q 如果你在空中分不清楚前後左右了，該怎麼辦？

A 處置：立刻鬆手讓它懸停，慢慢轉動左手搖桿讓「飛機屁股對準你」，方向感就回來了。





單元 6
隱形畫筆 — 航線飛行

飛行小祕訣

學會了位移與轉向，現在我們要當天空藝術家！結合右手前進與左手轉向，在空中飛出完美的長方形路徑。



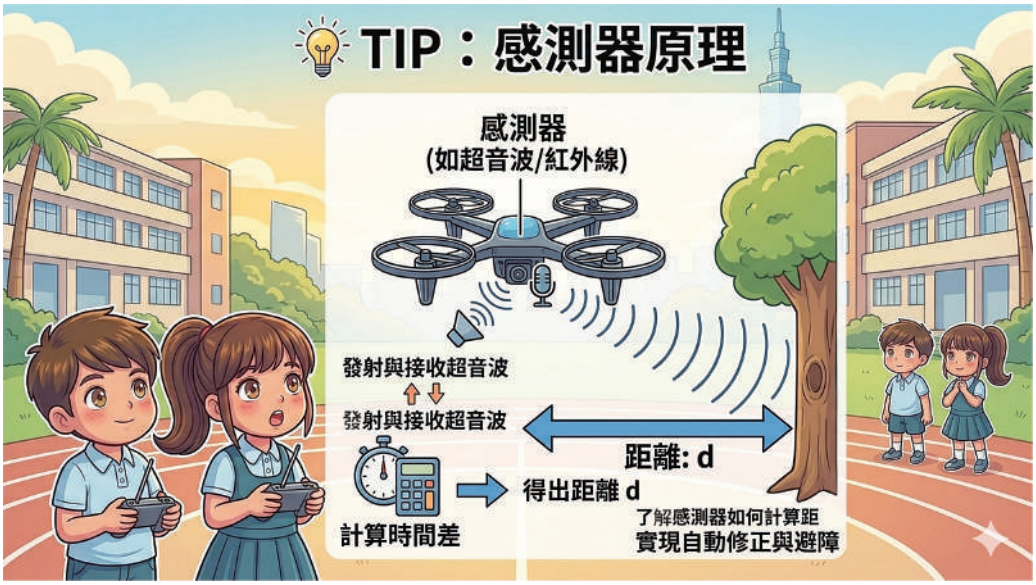
一 TIP 學習的知識點

① 現象觀察：為什麼無人機飛行需要注意飛行的路徑？



▶ **無人機需要有安全距離概念**：預估飛行物與障礙物之間的緩衝空間，可以降低碰撞及危險的發生。

② 科學原理：感測器原理



▶ 藉由認識超音波或紅外線感測器，瞭解無人機與物體距離關係，理解自動修正與避障功能。

二 操作挑戰（無人機避障操作技巧）



① 操作說明（口訣：保持距離、慢速閃避）

步驟 1 認識機身上的避障感應元件（若具備功能）或設置安全圍欄。

步驟 2 以極低速操作無人機接近障礙物，體驗手部微調的節奏。

步驟 3 練習「Z 字形」飛行，交替繞過三個障礙點。

② 操作挑戰（跟隨／避障體驗）

- **示範**：老師展示無人機與手掌的互動（跟隨／避障），並演示如何繞過旗桿。
- **學生操作（10 分鐘）**：障礙賽體驗。分組穿越由球門或護網構成的簡單通道。

三 安全與緊急處置

- **警告**：練習時應穿戴護目鏡，且嚴禁人體靠近高速旋轉的槳葉。
- **處置**：若在飛行較長航線時，因為距離較遠無法看清機頭方向或判斷安全距離，應立即放開搖桿讓飛機穩定懸停，並大聲請旁邊擔任「觀測員」或「安全員」的同學協助觀察與指引安全方向。



四 無人機與生活：「蝙蝠超人的超能力」

【生活連結：會閃躲的掃地機器人】

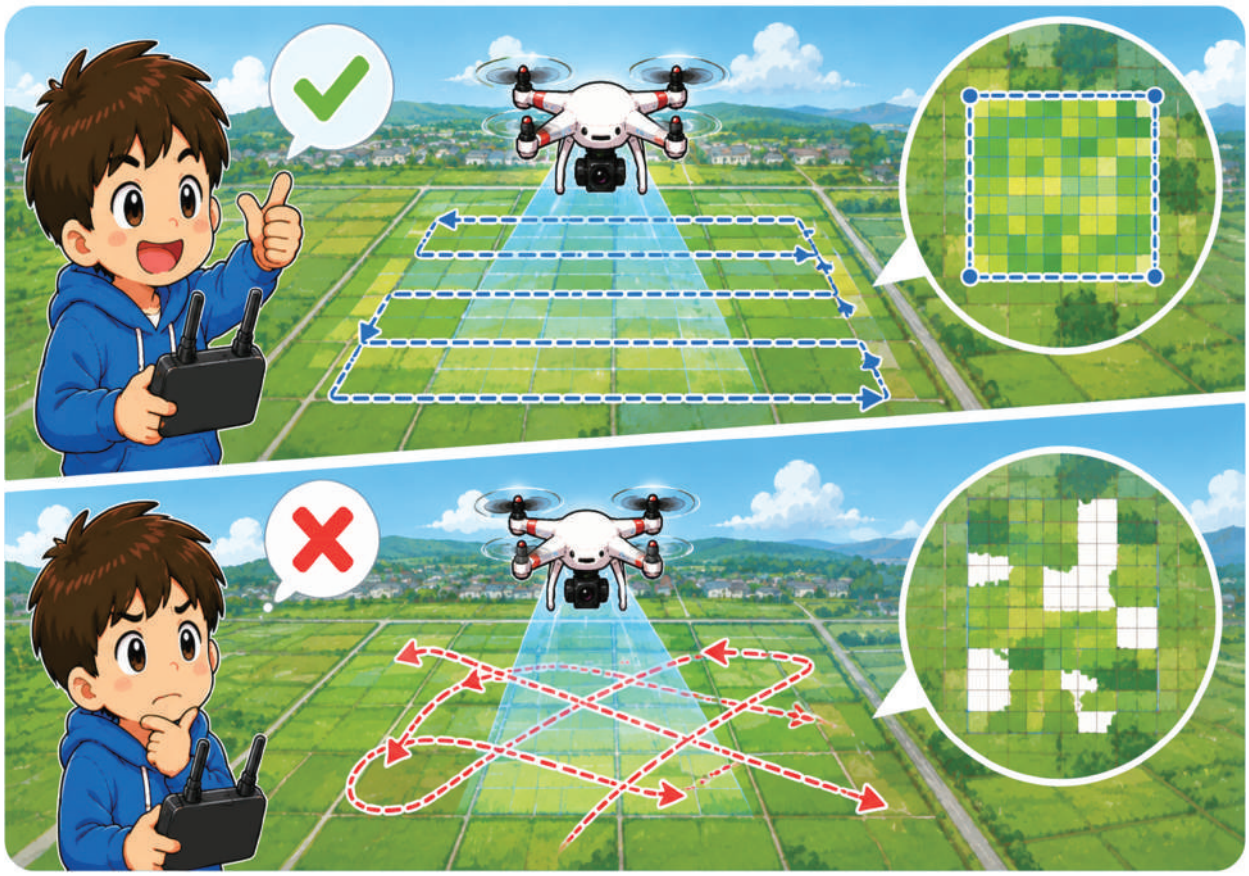
- **故事：**你有看過家裡的掃地機器人撞到椅子腳就會自動轉彎嗎？
- **記憶點：**無人機也有這種「蝙蝠超能力」！它會發出隱形的波，如果發現前面有樹枝，它會自動「退後」或「停住」，這就是它的避障功能，保證自己不撞傷！
- **生活應用：**未來的自動駕駛汽車，也都有這種功能，能讓大家坐車更安全。



五 想一想

Q 為什麼在專業任務中，我們要飛規律的航線（如矩形），而不是隨便亂飛？

A 因為這樣才能確保每一寸土地都有被拍到（如掃描農田），且不會漏掉任何角落。



Q 如果飛機飛得太遠，看不清飛機的鼻子在那裡，該怎麼辦？

A 處置：千萬不要隨便亂推搖桿！應請老師協助，或依照「法規」在肉眼看得到的範圍（視距內）飛行。

單元 7
熱血開踢 — 無人機足球賽

飛行小祕訣

綜合無人機的基本操作技能，與團隊協同合作的競技場，就由隊伍間的競賽，也可以從中不斷地提升自己與團隊的操控技術。



一 TIP 學習的知識點

① 現象觀察：無人機足球為什麼外觀跟其他無人機不一樣？

使用機種特點：足球無人機有球狀保護罩全方位的保護主要結構。同時動力更強、速度更快。我們的操作要更精準，修正要更及時。

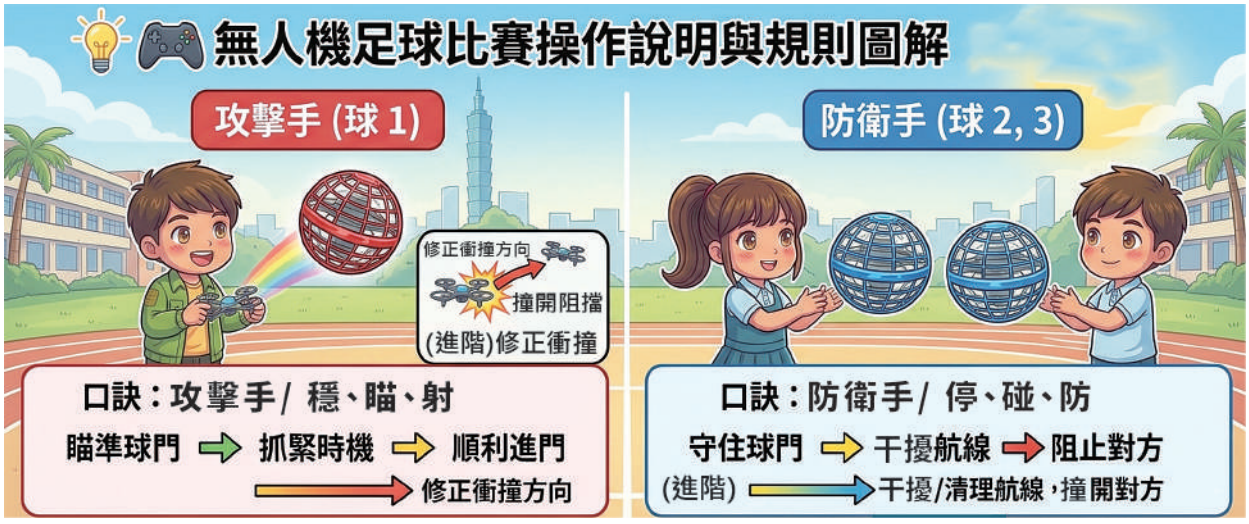
② 科學原理：力與速度的動能應用

比賽中的合法碰撞：碰撞是在比賽中無可避免的，碰撞後的旋轉也因為有了球狀保護罩，顯得更難抑制轉動的慣性。操作球機的我們一樣要先穩住機身，再操作朝著目標飛行。

二 操作挑戰

① 操作說明

（口訣：攻擊手 / 穩住、瞄準、射門__防衛手 / 停定、碰撞、防住）



- **比賽規則**：每隊三顆球，三位操作手，其中只有一顆球為攻擊手，攻擊球射門得分才算數、其他的球進了球門是不計分的，另外兩位操作守則要負責防守，任務就是阻擋對方的攻擊手射門得分。
- **攻擊手的職責**：瞄準球門抓緊時機將無人機飛進計分圈，如果受到對方的阻擋，即時修正飛行方向，將對方撞開後還能順利進門。
- **防守工作**：

  （**初階**）守住球門，阻擋對方攻擊手的射門路徑。

  （**進階**）一位防衛手守住球門，以干擾對方射門航線阻止對方進球，另一位防衛手可協助攻擊手清理航線，過程中還順便撞開對方攻擊手。

② 操作挑戰

操作挑戰 1　（**射門練習**）穩住機身、瞄準球門、最高速度射門。觀察飛行軌跡，注意高度修正與方向修正。同時 6 台足球無人機在場內。

操作挑戰 2　（**撞擊練習**）足球無人機鬼抓人，同時 6 台足球無人機在場內，先抽籤決定 1 台當鬼，切換為紅色燈號，其他 5 台切換為綠色燈號。

操作挑戰 3　（**頂尖攻擊手的地獄試煉**）同時 6 台足球無人機在場內、其中 1 台為試煉挑戰的飛手在機尾掛上攻擊手標籤，另外 5 台防守，輪流接受試煉。得分最高的攻擊手將獲得「走出地獄的頂尖攻擊手」殊榮。

三 安全與緊急處置

- **警告**：在高速運轉中如果失控，應避免油門長時間處於最大動力狀態，以減少控制板或馬達燒壞的機會。
- **處置**：熟悉足球無人機的各項功能切換，在分秒必爭的競賽中靈活切換各項功能。使用反烏龜、無頭模式、整定、再起飛加入戰鬥。



四 無人機與生活：「空中噴水池的智慧」

【生活連結：農田裡的噴霧小幫手】

- **故事：**足球無人機撞來撞去很熱血，但它那種穩定的操作，在農田裡超級受歡迎。
- **記憶點：**農夫叔叔以前噴農藥要揹著厚重的桶子，現在用無人機，它能像在足球場上移動一樣精準，在大片農田上方均勻地噴灑藥水。
- **生活應用：**一台無人機噴農藥的速度，可以抵過好幾個農夫工作一整天，是農業的大功臣！



五 想一想

Q 為什麼動力更強、速度更快，我們的操作要更精準，修正要更及時？

A 因為過大的操縱量，飛機會飛過頭又要修正回來，動力越大速度越快的飛機越明顯，如果又飛過頭，就要再修正，這樣的情況其實只要更精準的操作，操縱量要剛好。

Q 如果撞擊落地後飛機一直偏向某一個方向，可以怎麼做？

A 可以運用微調功能、整定功能去做修正。真的修不回來，就運用當時的飛行特性繼續比賽。



單元 8
王牌飛官 — FPV 視覺任務

飛行小祕訣

FPV 飛行就像是坐在飛機上的飛行員，可以體驗將空中美景盡收眼底，也可以是充滿視覺張力的戰鬥飛行。我們一起戴上 FPV 眼鏡，讓飛機帶我們翱翔在天空吧！



一 TIP 學習的知識點



- **FPV（第一人稱視角 First person visual）系統：**透過圖傳系統將飛機上的鏡頭所拍到的畫面轉換為訊號即時傳送到 FPV 眼鏡或螢幕，操作手可以透過參考這樣的畫面操控無人機，這樣的飛行體驗就像是自己坐在無人機內翱翔在天空中。

- **FPV 飛行：**應先做好飛行計畫，內容包含空域中可能的障礙物、飛行中可能遭遇的威脅、起飛點與路徑中可以參考的固定目標。

- 在使用 FPV 輔助飛行前，先以目視飛行（VFR）熟悉遙控介面操作與了解無人機飛行動作的關係。戴上 FPV 眼鏡飛行時，盡量坐著操作，避免讓身體產生錯覺而發生危險。

二 操作挑戰（FPV 眼鏡飛無人機）

① 操作說明（口訣：操作手_看著目標往目標飛；觀察手_掌握全局協助操作手）



兩人一組輪流擔任操作手與觀察手

步驟 1 FPV 飛行前我們先以目視飛行 VFR 熟悉一下無人機的操控，同時掌握空域中的障礙舞與人員動線，進行飛行計畫地確認與修正。

步驟 2 戴上 FPV 眼鏡進行 FPV 飛行時，觀察手協助操作手掌握空域、無人機周圍、操作手周圍狀況。

步驟 3 操作 FPV 飛行時只能看到前方鏡頭拍到的畫面。向前移動，如果前面沒有適合的飛行路線就原地懸停左或右轉。看到適合的飛行路徑再繼續向前飛行，千萬別勉強。FPV 飛行時動作要更穩定細膩，避免飛到自己都頭暈了。

② 操作挑戰

挑戰活動一：目視飛行 VFR

步驟 1 起飛前 360 度檢查（①螺旋槳、②馬達、③機身、④電池電量夠）。

步驟 2 確認飛機無異常後「控制接收系統開」、「操作系統開」、「無人機開」。

步驟 3 操作定點起降四面懸停，起飛後保持適當高度，右轉 90 度，保持機身位置與高度、共右轉 90 度四次，機頭朝外落地。

步驟 4 操作「去回穿環航線」，起飛後保持適當高度，向前穿過穿越環，右轉 180 度飛回起降點上方，右轉 180 度機頭朝外落地。



挑戰活動二：FPV 飛行

完成起飛前 360 度檢查後各系統開機。

※ ①**操作手**：戴上 FPV 眼鏡，起槳，喊：準備起飛。

※ ②**觀察手**：視察環境狀況，確認安全無虞，喊：可以起飛。

※ ③**操作手**：聽到觀察手喊：可以起飛後，起飛。

步驟 1 起飛後，高度 1.5 M 右轉一周、左轉一周（空域視察）。

步驟 2 進行「去回穿環航線」後，回到起降點後機頭朝外落地。



挑戰活動三：小徑中的 FPV 冒險

這個活動中，我們將透過細膩柔和的操作，在狹小的空間中穿梭。飛行前先了解空間中的障礙物位置並手繪地圖記錄，完成起飛前 360 度檢查後各系統開機。

※ ①**操作手**：戴上 FPV 眼鏡，起槳，喊：準備起飛。

※ ②**觀察手**：視察環境狀況，確認安全無虞，喊：可以起飛。

※ ③**操作手**：聽到觀察手喊：可以起飛後，起飛。

步驟 1 先以緩慢的速度（0.8 m/s）在小徑中飛行。遇到不確定的狀況，保持懸停，旋轉觀察可行路徑再繼續前進，觀察手目視無人機協助引導。

步驟 2 通過小徑後，回到起降點落地，看目標飛往目標，轉彎處內側有障礙物，要看著外圈的景物當作目標參考。



三 安全與緊急處置

- **警告**：FPV 飛行時一定要有觀察手協助注意無人機四周的狀況，協助引導避開障礙物，協助排除可能干擾操作手飛行操作的因素。
- **處置**：確定能過再過，視線有死角時要放慢速度，遇到不確定狀況就懸停。觀察手看到危險喊停，操作手就原位置懸停。

四 無人機與生活：「變身蟻人的秘密通道」

【生活連結：穿透瓦礫深處的生命連線】

- **故事**：如果地震發生，房子倒塌了，救難隊叔叔進不去細小的縫隙找人，怎麼辦？
- **記憶點**：戴上 FPV 護目鏡，你就像縮小成了「蟻人」，可以操縱小小的無人機鑽進狹窄的縫隙，幫忙尋找需要幫助的人。
- **生活應用**：救難員會用這種「第一人稱視角」，在森林或是廢墟中進行搜救，無人機就是他們在最前線的「超級眼睛」！



五 想一想

Q 為什麼需要觀察手？

A 畫面中只有飛機的前方，操縱手負責精準控制，但 FPV 畫面外的狀況無法明確掌握，需要有觀察手輔助。

Q 為什麼轉彎時瞄外側？

A 因為畫面中看不到位置太近、角度太大的障礙物，所以寧願選擇看得到的外圈景物當目標參考，距離相對遠、角度相對小，我們就可以順利避開障礙物。

Q 說說看 FPV 飛行時，如何操作可以又安全，畫面又有速度感？

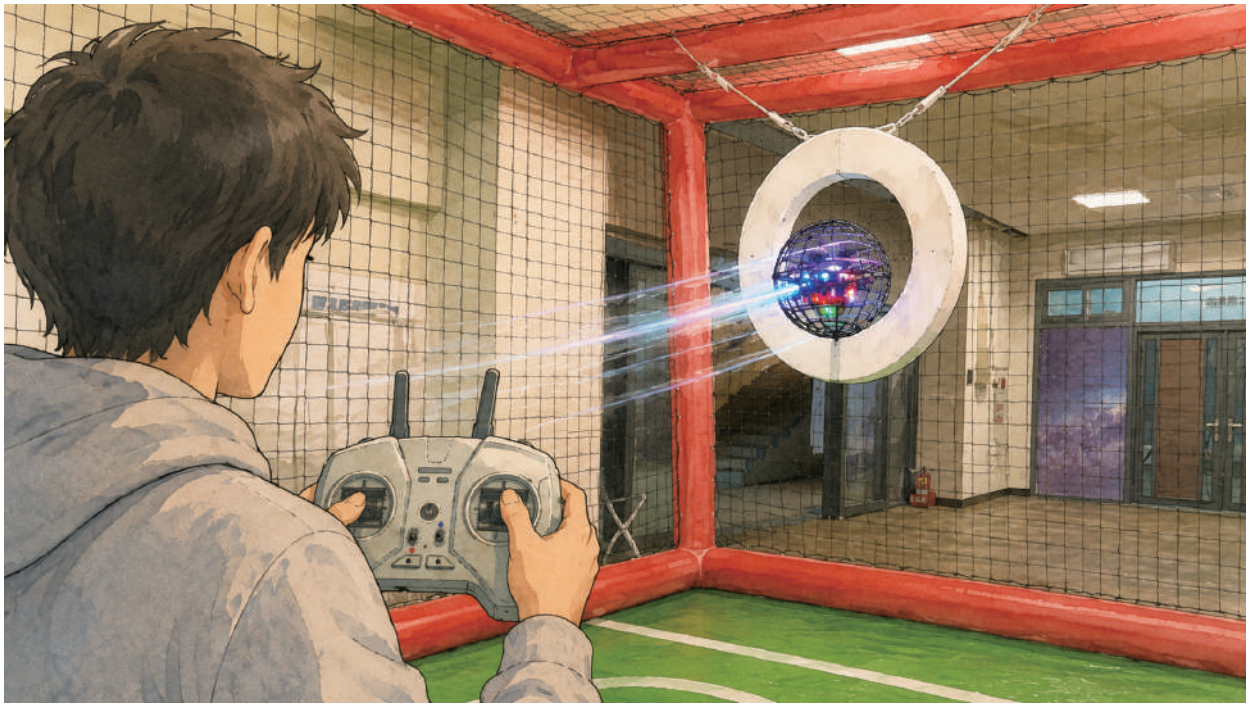
A 操縱時柔和、穩定操縱，事先計畫好飛行路徑，避免需要又快又急的操縱。

接近地面、景物或快速左右轉就可以飛出具有速度感的畫面，視覺的速度感是來自景物的角度改變。

無人機足球（Drone Soccer）競技活動（單元 7_附件 1）

一 設備與場地整備

- **無人機規格**：必須使用具有全包覆式護籠（球形護網）的四旋翼足球無人機，以確保碰撞時的安全性。
- **場地配置**：比賽區域必須設置安全護網或圍欄，防止無人機飛出影響到觀賽者。
- **球門設計**：於場地兩端設置簡易圓形球門，建議直徑為無人機直徑的 2 ～ 3 倍。
- **安全裝備**：所有參賽選手建議佩戴護目鏡，增加操作安全性。



二 活動流程說明

1. **賽前整備：**
   - 選手依口訣「先開遙控器、再開飛機電源」完成連線。
2. **環境確認：**
   - 啟動前必須口呼「環境安全，準備起飛」，確認四周無人、無雜物。
3. **開球程序：**
   - 兩隊各派一台「攻擊手」於場地底線中央預備，其餘機體於各隊底線（兩側）待命。
4. **比賽時間：**
   - 建議每場比賽 3 分鐘，若平手則進行 1 分鐘延長「黃金進球賽」。



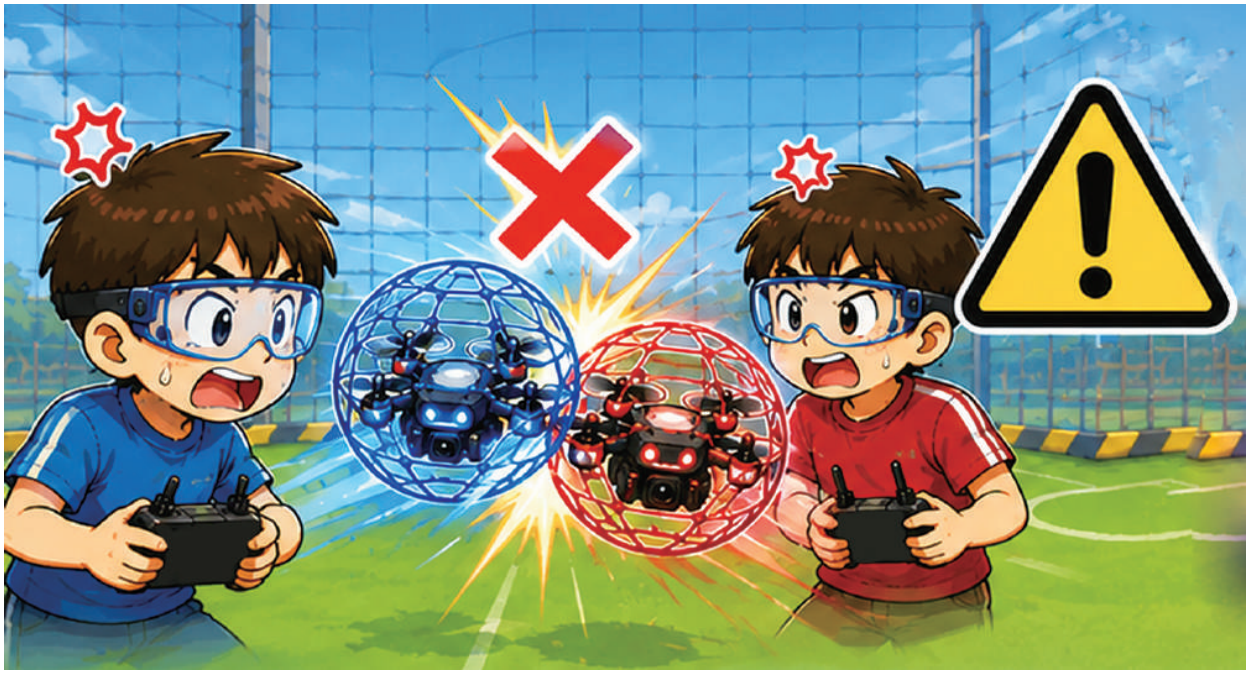
三 計分規則

- **有效進球**：無人機整體完全穿過對手球門環形區域，即計 1 分。
- **進球重置**：攻擊手進球後，必須回到中線，再進行下一波攻擊。

四 安全與緊急處置（警語提示）

⚠**競賽安全警語**：競技時情緒容易激動，請務必隨時保持平穩的操作手感。

服從裁判指令，保持運動家精神。



這套教學規則著重學生對「科技認知、生活連結與安全意識」的素養。

國小無人機足球競賽紀錄表
（單元 7_附件 2）

比賽日期：_____ / _____ / _____　場次：_____　紀錄員：_____

1. 基本資訊

- 紅隊：_____ VS 藍隊：_____
- 比賽模式：3 分鐘 / 每局

2. 得分與違規統計表

項目	紅隊統計	藍隊統計	規則要點（FIDA 國際標準）
有效得分（Goals）			只有「前鋒（Striker）」穿越球門才計分。
搶跑違規（Early Start）			鳴哨前任何機體離地，第一次警告，第二次扣分。
守門違規（Goal Blocking）			防守機體不得停留在球門環內或反向堵塞球門。

最終結算

- 紅隊總分：_____ 分
- 藍隊總分：_____ 分
- 勝出隊伍：_____

臺北市無人機教育基礎教材

（適用國小高年級）

出　　版/臺北市政府教育局

召 集 人/湯志民

副召集人/鄧進權、陳秉熙、陳美保

諮詢委員/徐新逸、顏榮泉

總 編 輯/蔡麟傑

執行編輯/鍾采珍、張名宜、楊鎧同

編輯委員/林詠忠、高俊卿、陳柏宏、陳衍霖、陳泓曄、
游真銘、黃郁凱、黃文鴻（依姓氏筆劃排列）

承辦單位/臺北市無人機教育中心(臺北市立木柵高級工業職業學校)

出版日期/中華民國115年8月



臺北市政府教育局
DEPARTMENT OF EDUCATION
TAIPEI CITY GOVERNMENT

TAIPEI
DRONE
EDUCATION CENTER