

第 22 屆 TDK 盃全國大專校院創思設計與製作競賽

【自動空中機器人組】競賽規則

1、 競賽主題背景概述

本屆競賽主題為「智慧型男+-SmartBOT+」，挑戰「虎韜龍略、齊心協力、凌雲飛虎」三大智慧競技主題，共分成「自動組」、「遙控組」與「自動空中機器人組」三組。針對第三項主題，自動空中機器人組旨在設計並製作一飛行機器人，參賽隊伍須設計出可於室內環境中在指定的隧道空間內自主飛行、避障穿越、定點目標投擲、甚至是自動起降等視覺與動作協調功能之全自主式飛行機器人。由於本賽事之參賽者全程需以自主行動之方式完成各關卡，可因應未來發展空中機器人的需求，並促進台灣飛行機器人(無人機)產業之發展。

2、 競賽簡介

自動空中機器人組(以下簡稱飛行組)之競賽場地設置，包含有『循線自動飛行』、『紅綠燈辨識』、『定點目標投擲』、『障礙門穿越』與『自動起降』等五個關卡。

『循線自動飛行』關卡；參賽者需於 4 分鐘內，完成從起飛到降落之全程循線自動飛行。若 4 分鐘時間到但尚未完成者，由裁判依照當時的路徑進度進行給分。

『紅綠燈辨識』關卡；載具起飛後，賽道初始段即設有一紅綠燈區，參賽

載具須能自動辨識紅綠燈，並在指定的停等區內進行空中停懸等候之動作，待紅燈轉換為綠燈時方可再循線前進。

『定點目標投擲』關卡；在整個飛行競賽路徑之中央處，設有一目標投擲區，參賽載具需能自動辨識該區並自動投下沙包，愈接近命中中心環者得分越高。

『障礙門穿越』關卡；在降落區之前有一扇障礙門，參賽者之飛行機器人需能自動辨識門板及缺口處，選擇正確的前進路線穿越之。在障礙門地面的循跡線將終止，機器人須能自動辨識與穿越。

『自動起降』關卡；為鼓勵選手挑戰更高階的機器人自動化，本屆所有參賽載具皆需執行[自動起降]，飛手不得以遙控方式執行起飛及降落。

對室內型無人機而言，以上五個關卡均具有一定的挑戰性，將考驗飛行機器人的影像辨識能力、自動駕駛能力、精準性與穩定性。

三、 競賽評比重點

1. 飛行競賽：含飛行機器人的自駕能力、辨物能力、精準性與穩定性等各項競賽中的實際得分。
2. 系統整合與自動化能力：含載航電系統整合的原創性與完整度、機器人自主性、機器人穩定性、及飛行機器人整體結構的設計創意等。
3. 機器人介紹資料：工作週報與製作報告書繳交之完整性與充實性，與利用各式資料來完整說明設計機器人之各項創意。

四、 獎項及計分方式

1. 競賽獎：取決賽積分最高之前 4 名，授與冠、亞、季、殿軍。

初賽採積分制，每隊出賽 2 場，取兩場的積分總和為總成績。初賽總成績前 8 名組隊伍晉級複賽。

複賽由初賽名次前 8 名之隊伍再次進行比賽，複賽中每隊出賽 1 場，取成績前 4 名進入決賽，未能進入決賽之 4 名隊伍將授予佳作獎。

決賽由複賽前 4 名之隊伍進行比賽，決賽中每隊出賽一場，依照決賽成績前三名者授予冠軍、亞軍及季軍，決賽之第四名隊伍將授予殿軍。

2. 上述各獎項之頒發名額，將視報名參賽實際隊數後，得由主辦方進行調整，並於創思營後公告之。此外，若本屆[自動空中機器人組]報名隊伍少於 5 隊時，則本屆本組將改為示範賽性質(示範賽無獎金，但仍授獎以鼓勵參賽隊伍)。

5、 競賽隊伍之組成

1. 全國大專校院五專部、二專部、四技部、二技部、大學部及碩士班日間部在學學生（不包括 107 年暑假畢業之學生），在校內專任教師指導下組隊參加競賽，每隊學生 3 至 4 人，碩士班學生至多 2 人，指導教師至多 2 人。學生可跨校組隊報名，惟需選定一校為報名代表。
2. 每校各參賽組（自動組、遙控組、飛行組）報名名額數，每校總計至多六隊，如超過六隊以上，主辦單位可接受報名，惟補助隊伍以進入決賽之隊伍優先補助，其次以各組積分較高隊伍優先補助，每校最高補助六隊為上限。

六、 競賽場地、道具與規則說明

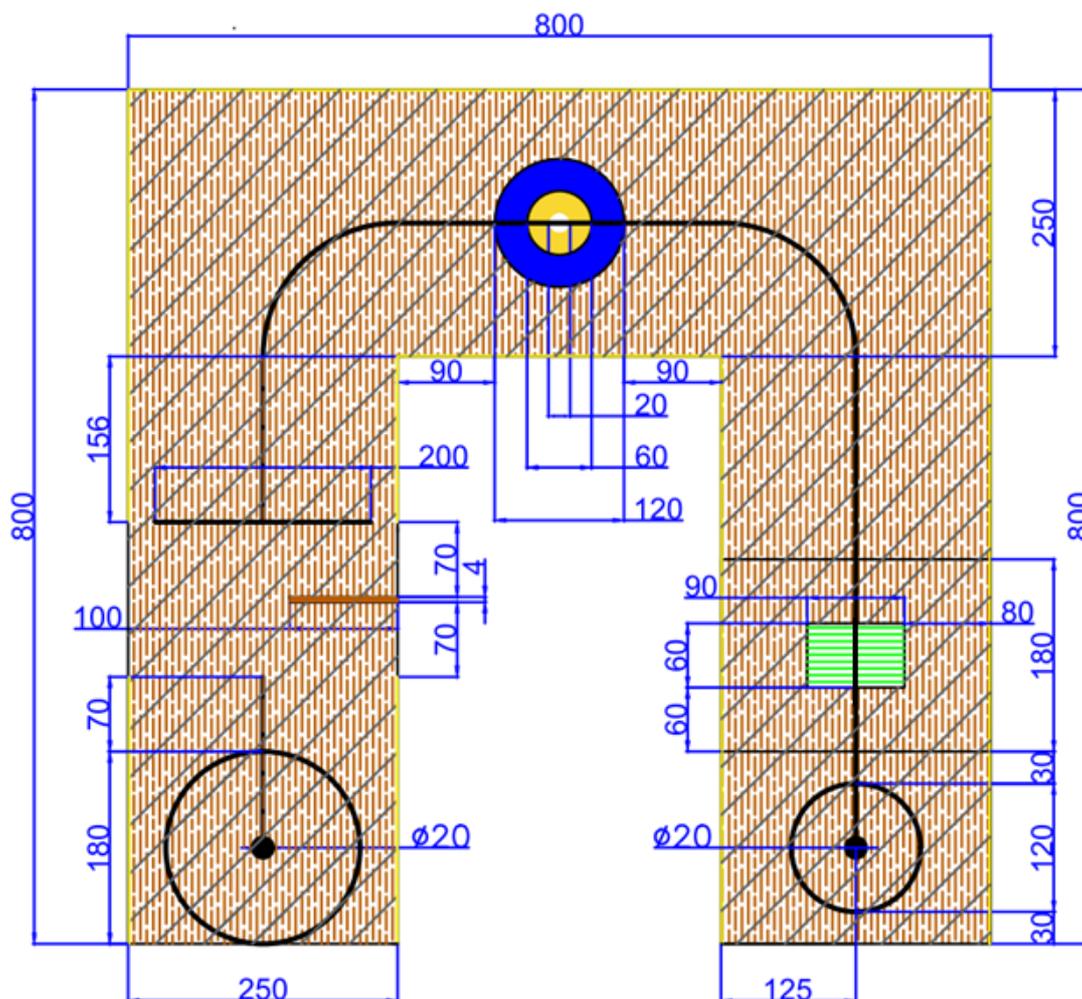


圖 1、 競賽場地為 8m x 8m 區域 (本圖單位: cm)

1. 規則大綱:

(起飛區:自起飛區自動起飛) , 循線自動飛行至紅綠燈區前 , 在紅綠燈區停懸等候 , 待紅燈轉換為綠燈後 , 方可循線繼續飛行 , 在投擲區自動投擲一玩具沙包至目標區內(越接近中心環分數越高) , 循線飛至障礙門前 , 自動辨識障礙門的開口位置並穿越之 , 循線飛至降落區 , (降落區:自動降落至降落區內)

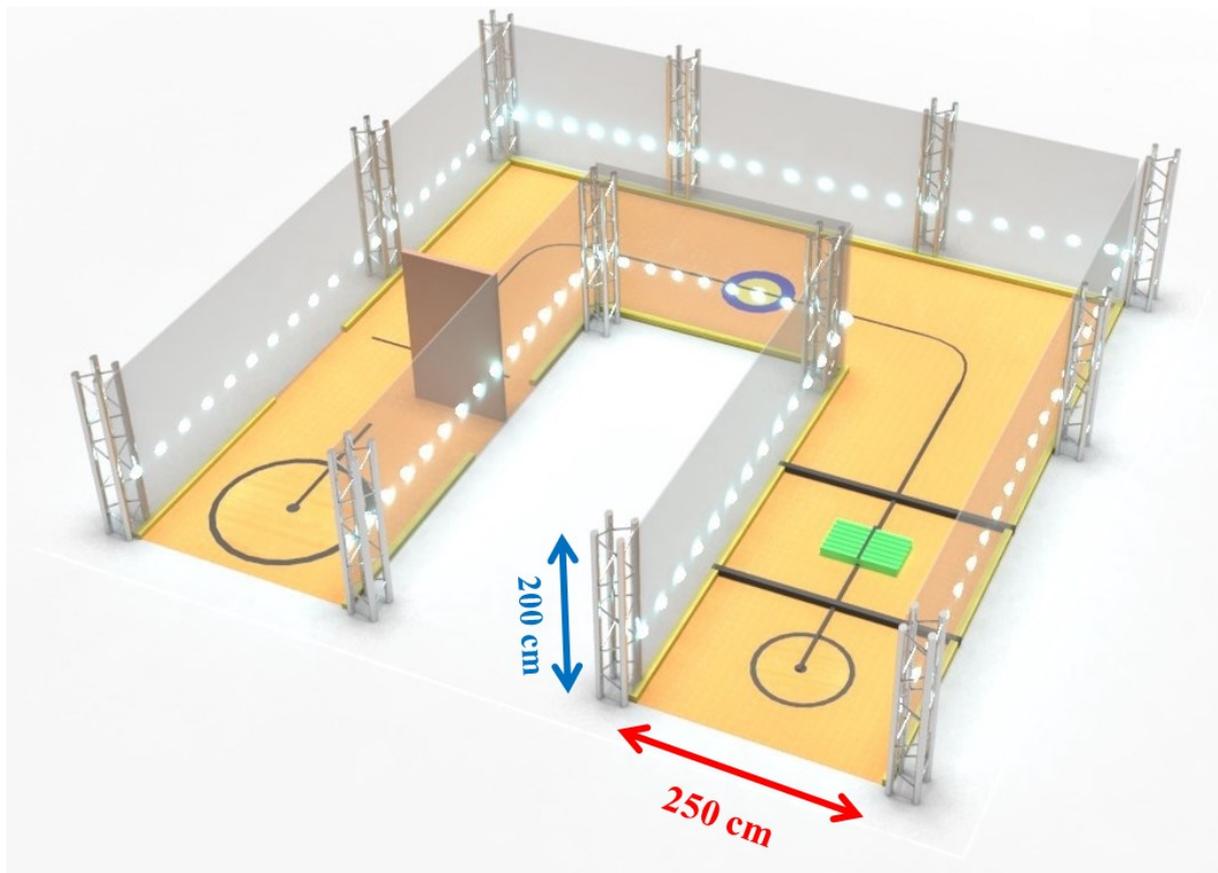


圖 2、競賽場地全區立體圖

2. 場地基本配置與光源:

- (1)競賽場地基本上為一□字型之網室隧道形式(如圖 2) , 隧道起點為起飛區、終點為降落區 , 本網室隧道涵蓋飛行路徑之全域。
- (2)隧道內寬度 250cm x 高 200cm , 隧道內底部地面全程均有鋪設木紋巧拼地墊(如圖 3) , 供光流辨識及載具墜落緩衝之用 , 另底面之中心線沿途均貼有 3.6cm 寬度之黑色膠帶、兩側沿途均貼有 1.8cm 寬度之黃色膠帶供循線用(如圖 4) 。兩側牆面離地約 80cm 高度 , 沿途均佈有 2 條白光 LED

燈條以提供照明加強(如圖 4) , 且 LED 光源向下傾斜 45 度。

(3)隧道上面、左面、右面均設有防護網(無實牆) , 網子由蓋頂垂墜至地面。



圖 3、木紋巧拼地墊樣式

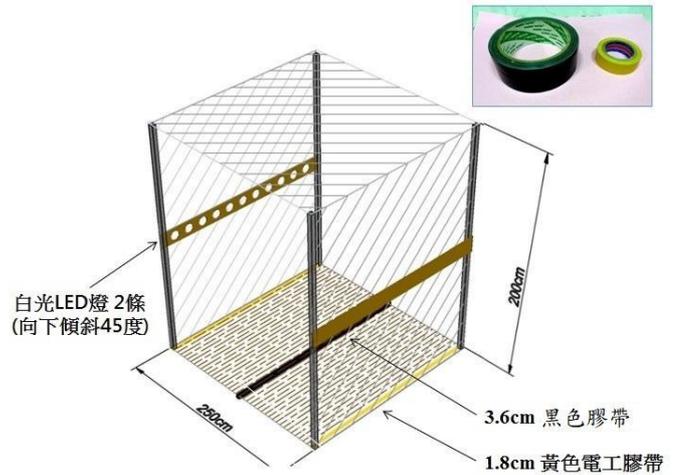


圖 4、隧道樣式

3. 分區場地說明:

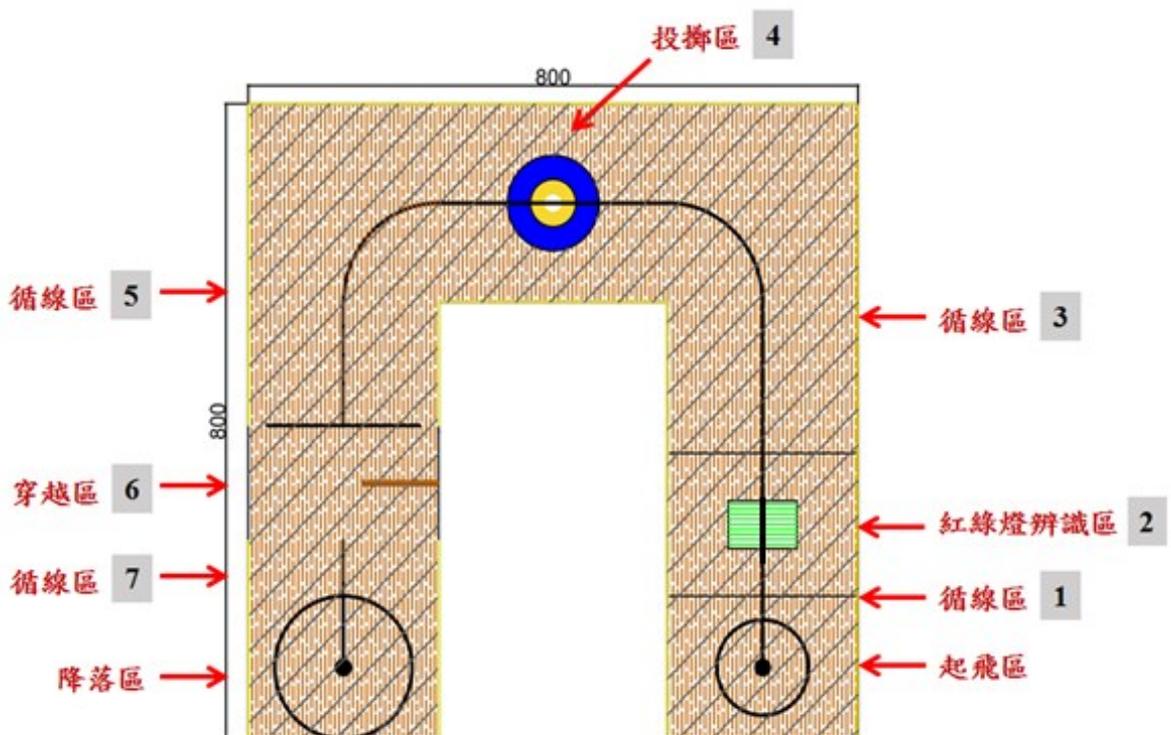


圖 5、場地分區示意圖

(1) 起飛區

- A. 起飛區為一個半徑=60cm 之黑框圓形區域，黑框為 2.4cm 之黑色膠帶貼成，圓區域底面亦鋪有木紋巧拼地墊。本區圓心處繪有一半徑為 10cm 之黑色實心圓形圖樣，起飛區內貼有縱向循跡線(寬度 3.6cm 之黑色膠帶)以供循線自動駕駛之用[如圖 6]。
- B. 起飛時，載具中心點需對齊起飛區中心點的實心黑色圓之圓心，另載具之起落架部分須完全置於起飛區內不得超越。
- C. 載具須自動起飛，不得人為操控。
- D. 載具擺妥至黑色起飛點且競賽哨音開始時，飛手透過遙控器(或電腦等)啟動自動駕駛後，手部必須完全離開遙控器(或電腦)並高舉過肩。

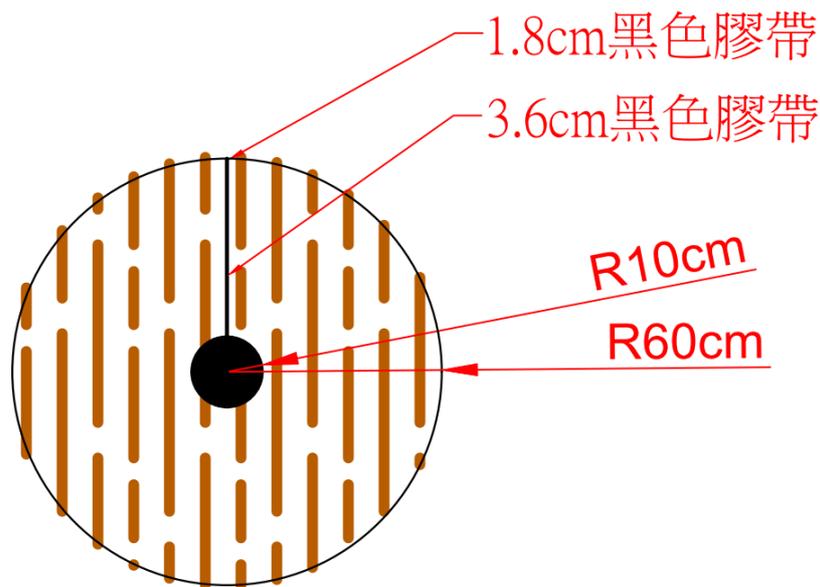


圖 6、起飛區樣式

(2) 循線區 1

載具自起飛點自動離地升空後，開始進入一段總長度約 90cm 之直線自動循線飛行區域，如圖 7 所示。在本路段前 60 cm 路程內屬起飛圈半徑範圍，飛離起飛圈之最頂點再飛行 30 cm 後即將遇到紅綠燈停等線(黑色 2.4cm 黑色膠帶)。

(3)紅綠燈辨識與停等區 2

距黑色起飛點 90cm 後即遇到紅燈停等區，本停等區大小為長 180cm 寬 250cm 之區域，前後邊緣各貼有一條 2.4cm 之黑色膠帶為記，如圖 7 所示。載具須於本區內滯空停懸等待，直至現場裁判將紅燈轉切為綠燈時始可繼續前進。紅綠燈號誌之 LED 發光體，設置於停等區之正中央處(長 60cm 寬 90cm 之四方形)，發光體由紅/綠雙色之 LED 燈條鋪貼而成，燈條間隔為 2cm，如圖 8-1。且為避免造成視覺影像的過曝狀況，LED 燈條上面約 5cm 高之處罩有 5mm 厚度之一般廣告燈箱用白色半透明壓克力板(如圖 8-2 所示)，以降低照度並達成勻化 LED 燈條色塊之效果。

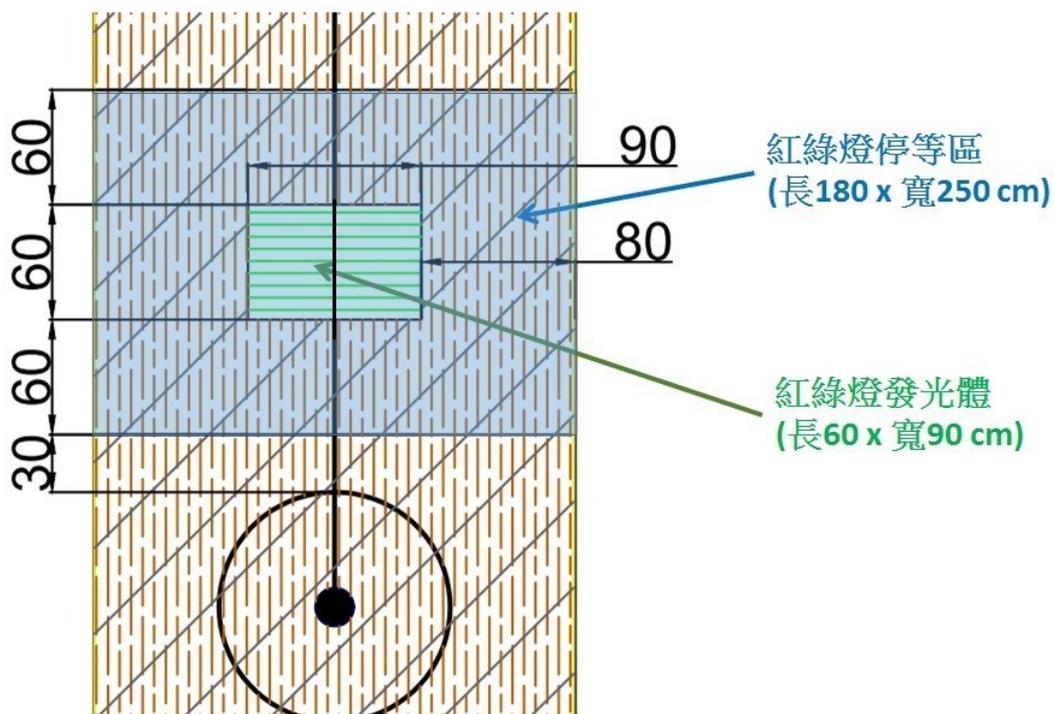


圖 7、循線區 1 及紅綠燈區 2 之圖示

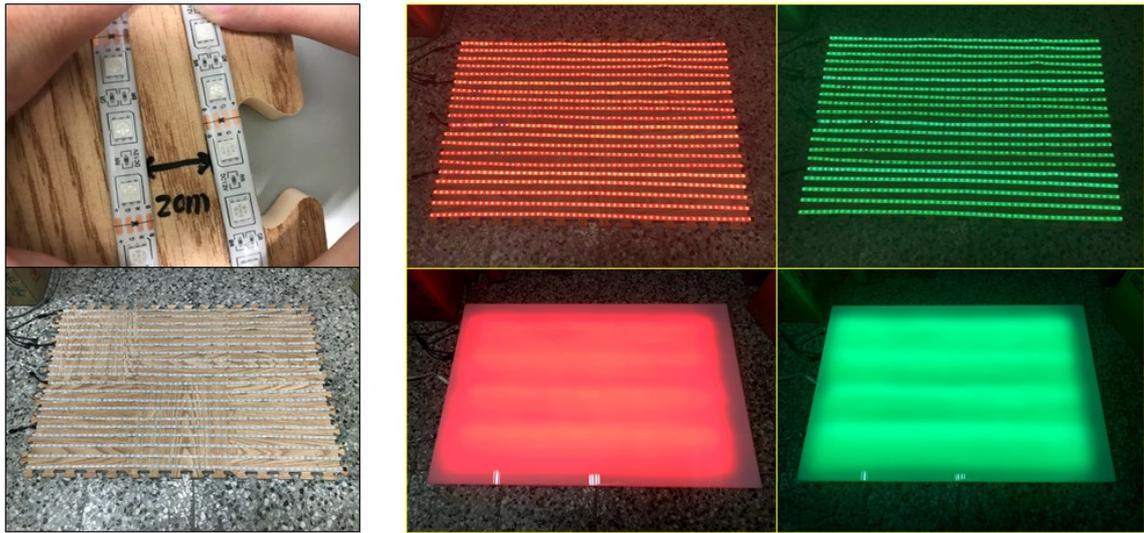


圖 8-1、紅綠燈 LED 發光體(60x90cm)圖示

購買店家與網址：

『金秋電商』RGB 七彩 5 米 5050 LED 燈條 幻彩 燈條 5050 防水滴膠
<http://goods.ruten.com.tw/item/show?21648584701107>



圖 8-2、在紅綠燈 LED 光源上覆以白色半透壓克力蓋板

(4) 循線區 3

在此處將有一曲率半徑為 125cm 之圓弧左彎路徑，完成左彎後，需持續自動飛行至投擲區 4 前，其示意圖請見圖 5。

(5) 投擲區 4

- A.載具自動飛到投擲區時，需自主執行投擲沙包不得由人為判斷操縱。
- B.每機僅配戴一顆沙包，沙包之投擲也僅以一次機會為限(若投擲後遇重置亦不得再次投擲)。
- C.沙包僅能以「自由落體」來落下，不得以發射、垂降...等其他方式來落下。
- D.投擲區[如圖 9]為三個圓形所構成；內環為半徑 10cm 之白色圓型、中環為半徑 30cm 之黃色環、外環為半徑 60cm 之藍色環。在投擲區內之循跡線(黑色膠帶)仍然存在。投擲區內環之白色圓型，使用鐵樂士 102 號純白色噴漆覆蓋噴塗。
- E.投擲區所使用之沙包為市售玩具商品，於一般市面購得[如圖 10]。為俾利參賽者投擲機構之設計各異，沙包可允許適度之修改(如:裝勾、縫線...等)，禁止將沙包改造成長條狀，惟每個沙包長+寬的和不得超過 12cm，重量需介於 12~20 克之間。
- F.為求比賽之公平性，參賽隊伍於報名完成後，主辦單位直接提供(每隊 2 個)沙包作為練習與正式競賽之使用，競賽時不得使用其他沙包。

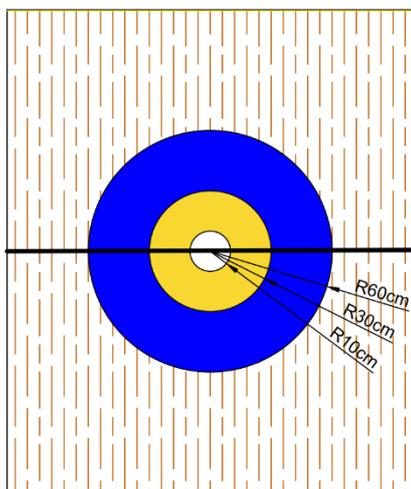


圖 9、投擲區樣式



圖 10、沙包樣式範例

投擲區訂製廠商：
東強實業有限公司

<http://www.dq1.com.tw/product/ProductDetail.asp?ID2=17796>

越過障礙門後，開始進入一段總長度=70cm 之循線自動飛行區域，直至降落區的圓形框線出現為止，其示意圖請見圖 5。

(8)降落區

- A. 降落區為一個半徑 90cm 之黑框圓形區域，黑框為 2.4cm 之黑色膠帶貼成，圓區域底面亦鋪有木紋巧拼地墊。本區圓心處繪有一半徑為 10cm 之黑色實心圓形圖樣，降落區內仍貼有縱向循跡線(寬度 3.6cm 之黑色膠帶)以供循線自動駕駛之用。
- B. 載具須自動降落不得人為操控。降落後，載具之機體任一部分(不含螺旋槳)須完全落入降落區圓圈內不得超越且載具須以水平狀態靜止於地面不可傾斜，方可視為自動降落成功達成。若有降落靜止後有機體超越或機體傾斜則予以扣分。
- C. 載具穩定地靜置在地面後，由裁判舉旗代表任務完成(並計時終止)。此時飛手始可透過遙控器(或電腦等)來關閉自動駕駛，待馬達停止旋轉後選手方可入賽道內搬移載具。

七、 競賽辦法

1.報到與檢錄

- (1)競賽當日、各競賽隊伍應於指定時間內完成報到手續，並於準備區待命。
- (2)每場賽事前 20 分鐘開始檢錄，確保機器人之製作符合規定。機器人所有維護保養工作需檢錄前完成，已通過檢錄者，若該隊伍需在檢錄後更換電池需在檢錄完成之當下向裁判提出，若裁判已離開該檢錄隊伍即不得再改裝機器人（包含機構組裝維修、配線設備、拆換電池、補充氣源等足以改變機器人現況之行為）。未通過檢錄者，不得參與比賽。

2.比賽總時間 與 飛行任務耗時

- (1)比賽總時間以 4 分鐘為限，比賽開始前另有 2 分鐘之調整準備時間。
- (2)此外；為避免裁判令各隊滯留於紅綠燈區停等的秒數各異，所造成些微時間上的不公允。在競賽中飛行任務的時間紀錄上，乃採計[飛行任務耗時]作為紀錄，每隊均以綠燈亮起後方開始起記[飛行任務耗時]。當 2 隊得分數相同時，取飛行任務耗時較少者為優勝。
- (3)比賽總時間 與 飛行任務耗時之採計方式，可參考下面圖 12 之簡示。

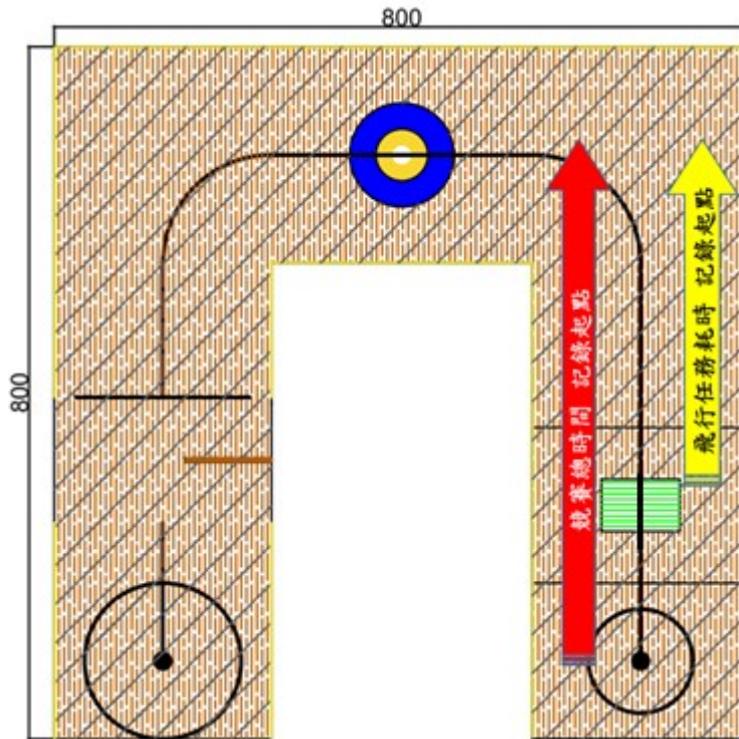


圖 12、比賽總時間與飛行任務耗時記錄起點示意圖

3.調整準備時間（2 分鐘）

- (1) 最多可有 4 名隊伍成員進行機器人調整，調整準備時機器人只能於起飛區調整，不得於場地內任一關卡試飛。
- (2) 裁判宣布調整時間結束時，機器人須於起飛區內待命。若 2 分鐘調整時間結束後裁判哨音響起宣布比賽開始但載具仍未起飛，則開始佔用 4 分鐘的正式競賽時間。
- (3) 調整時間結束後，所有隊伍成員整齊站立於場地外指定位置，未經允許不可進入場地內或碰觸機器人。

4. 比賽開始

- (1) 比賽開始由計時器之開始音響或裁判之指示音響為之，比賽結束亦同。
- (2) 比賽開始後，各隊可有 2 名隊員（飛手+助手）進入比賽場地，以啟動機器人，其餘隊員留於場地外指定位置。操作者僅允許接觸機器人之啟動開關，不得調整機器人任何其他接點、按鈕或開關。
- (3) 機器人啟動後，除操作者向裁判提出重置申請並經同意外，皆不可碰觸機器人。
- (4) 比賽進行時，各隊僅有 2 名操作者（飛手+助手）可進入場地處理突發狀況及申請機器人重置，其餘隊員留於場地外指定位置，不得進入比賽場地內。

5. 重新調整（或重置）

- (1) 比賽進行中，如遇飛機意外墜地(載具必須在地面)，操作者得向裁判申請重置（重新調整）機器人，須經裁判同意方可執行，最多重置 2 次為限。
- (2) 重置時，比賽時間與任務耗時之兩種計時均仍照常，不因重置而暫停計時。
- (3) 重置申請經裁判同意後，隊伍成員可進入場地將機器人移至「最近已經過」之重置點進行調整。若申請重置時正在某重置點上，亦可於該點直接重置。

- (4) 機器人重置完畢後，由操作者於原地自動起飛繼續進行比賽。
- (5) 若時間已逾 4 分鐘卻僅完成部分路徑者則採分程計分，採計該得分區域之「起始分數」。
- (6) 重置時，載具須放置於「該得分區域之起點」開始重飛，分數亦由該得分區域之「起點分數」開始採計，無須歸零起計。
- (7) 若載具飛出賽道(例如從入口飛出)，裁判因安全考量有權要求參賽隊伍強制重置。

6.計分

(1) 循線飛行部分-共計 100 分

自起始線至終點線為止之區域，分成數個得分區域。完成全程者得分

100 分，僅部分完成者則採分程計分，亦即飛行越遠者分數越高[如下圖

13]。

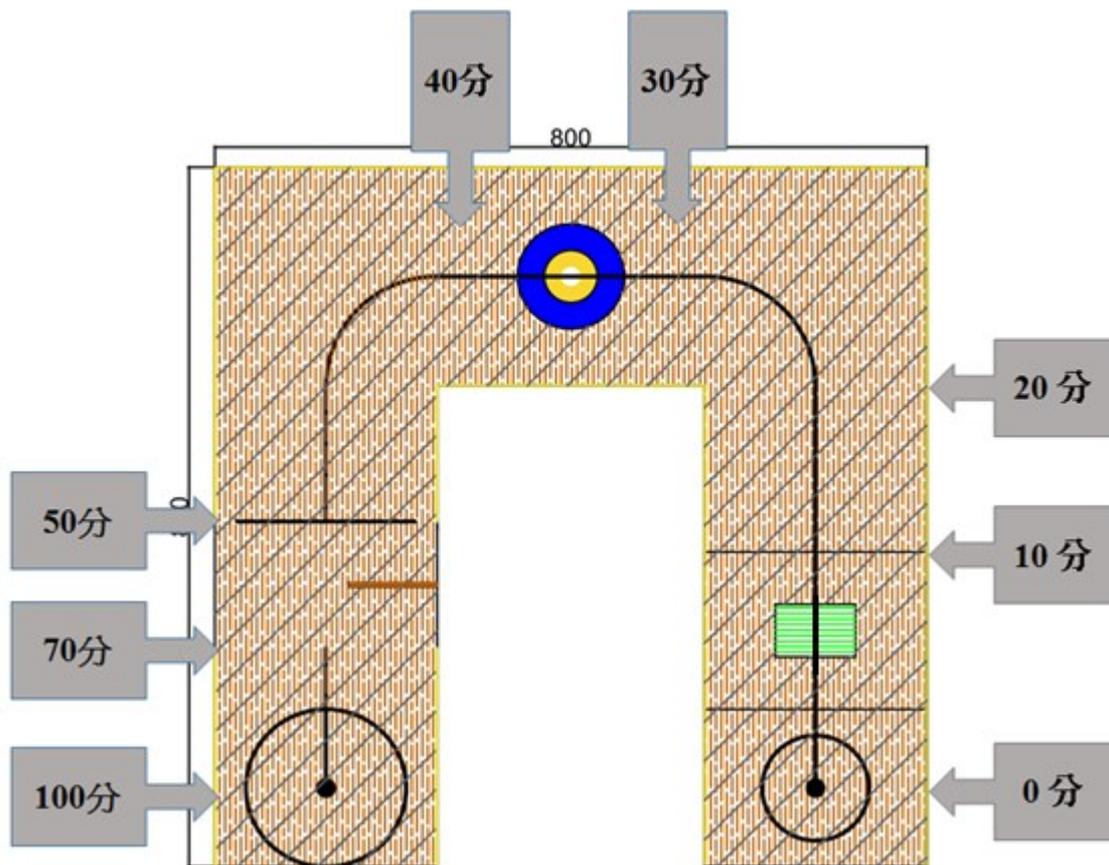


圖 13、得分區域示意

(2) 沙包投擲部分-最高 40 分

載具需於投擲區內自動辨識並投擲沙包，所謂投擲區係指如上圖 13 之

『30分』得分線與『40分』得分線所圍成之區域。若載具未於本區內投擲沙包則該項以0分計算。若在投擲區內投中最內環者得分40分、中環者得30分、外環者得20分[參考圖9]、未投入環內10分，而未執行投擲動作者0分。若沙包剛好卡於相鄰兩環之交界處，取高分者計。

- (3) 若整場比賽無重置且成功降落(獲得降落分數30分)，所得路程分數獲得1.5倍加乘。

機器人各競賽區之得分計算方式，簡列如下表。

計分區域	評分標準	關卡滿分 / 扣分方式	得分
循線飛行區 (含紅綠燈區 及障礙門穿 越)	自起飛點至降落圈全程完 成者得滿分 其餘依所完成路徑長度採 分段計分	100 分 / A. 自起飛至完全降落停妥的飛行 途中，每接觸網面(含地面)一 次，扣 3 分。 B. 嚴格執行紅綠燈管制，若仍在 紅燈狀態下載具即離開紅綠燈 停等區，則該趟飛行不予計 分，並拉回起飛點進行重置。 此重置行為若超過 2 次則以失 格論。	
目標點投擲	投進內環: 40 分 投進中環: 30 分 投進外環: 20 分 未投進任一環得 10 分 未執行投擲動作者 0 分	40 分 / 若沙包卡在 2 環之間，採高分者計 算。 需在圖 13 所標之路程分數『30 分』與『40 分』之間包含區域內執行 投擲動作，否則本項以 0 分計。	
自動起降	所謂成功降落，係指載具 降落靜止後，載具機體(不 包含螺旋槳)完全置於框線 內且機身呈現水平靜止狀 態。 註:上述成功降落分數(30 分)，已併入循線飛行之 [路程分數]計算，不再額 外加分。	降落部分扣分事項: A. 降落靜止後，載具機體之一部分 (不含螺旋槳)突出降落框外，扣 10 分。 B. 降落靜止後，載具機體傾斜，扣 20 分。 C. 降落靜止後，若載具機體之任一 部分(不包含螺旋槳)未落入降落 圈內，視為降落失敗扣 30 分。	

	總分	140	
--	----	-----	--

7.優勝

(1) 初賽：採積分制，每隊出賽 2 場，賽程由抽籤決定。比賽勝負決定方式

如下：

- a. 取兩場積分和為總成績。
- b. 總成績若有分數相同者，則以飛行任務耗時（2 場任務耗時總和）較少者勝出。若完成時間亦相同，則再比序投擲成績（2 場投擲分數總和），較高分者勝出。

(2) 複賽：複賽由初賽名次前 8 名之隊伍再次進行比賽，複賽中每隊出賽 1 場，取成績前 4 名進入決賽。若遇分數相同狀況下之排名比序方式與初賽同。

(3) 決賽由複賽前 4 名之隊伍進行比賽，決賽中每隊出賽一場，若遇分數相同狀況下之排名比序方式與初賽同。

依決賽成績前三名者授予冠軍、亞軍及季軍，決賽之第四名隊伍將授予殿軍。

八、 約束條件

1. 機器人本體及參賽人員之限制

- (1) 不限定參賽載具尺寸與起飛重量。亦不限定載具形式，定翼機/旋翼機/多軸機等均可。惟不得以「lighter than air」(如氣球/飛船...等)形式之載具出賽。
- (2) 飛行機器人各次系統可由各隊自行組成一架全機，例如使用市售機架、市售馬達電變螺旋槳、市售影像處理模組、市售飛控板、市售接收機...等來自行執行軟硬體之系統整合，成為一架自動飛行機器人。但不得以市售已整合完成之全套商品或改裝自市售已整合完成全套商品等參賽。
- (3) 機器人操作須以機器人自主控制方式進行，不得以任何形式之遙控方式操控。
- (4) 選手須使用 2.4G 遙控發射器(Tx)或其他控制器，起飛前選手必須使用手中的遙控器或控制器[示範操作]給裁判看，以證明其手中遙控器或控制器可有效控制該載具，而裁判也必須檢查載具上是否搭配有第二套接收器以防止第 3 方的遙控舞弊。
- (5) 機器人需自備動力源，但不得使用高壓氣體 (常溫時氣壓大於 1 MPa 者)、爆炸物、燃料、易燃物等危險物品。

- (6) 不得安裝或使用會破壞、污損競賽場地、或具危險性之裝置於機器人上，違規情節重大或影響競賽之順利進行者取消參賽資格。
- (7) 機器人在競賽過程中(除投擲之沙包外)，各部位與機器人本體之間不可發生完全分離的狀態。
- (8) 為維護參與人員安全，在競賽中，飛行競賽場內僅能允許裁判及 2 位參賽選手(飛手+助手)入內，且場內所有人均需配戴自備之護目鏡(如圖 14 所示類型)，若選手無自備則須強制配戴大會所提供者以維安全。



圖 14、簡易型護目鏡

2. 比賽中之違規行為比賽中如有下列行為，經裁判判定違規時，裁判將揮舞「黃旗」以明確宣示：

- (1) 未得裁判允許，操控者以外成員進入競賽場地。
- (2) 操控者或隊伍成員蓄意接觸競賽中之機器人。
- (3) 操控者或隊伍成員蓄意接觸競賽中之活動競賽道具。
- (4) 競賽過程中，機器人各部位與機器人本體之間有完全分離的狀態。

違規隊伍已得分數歸零，機器人須退回出發區重新繼續比賽。如違規行為衍生之事態嚴重，足以影響比賽進行或公平性時，裁判可中斷比賽，沒收違規隊伍該場比賽之分數，並計重置次數乙次。

3. 失格

有下列情況之一時，將被裁判判定為喪失競賽資格。比賽中經裁判判定喪失競賽資格時，裁判將揮舞「紅旗」以明確宣示。另一隊競賽隊伍將獲得該場次之勝利，但仍繼續比賽至時間終了，以計算該場積分。

- (1) 違反前述「機器人本體之限制」。
- (2) 故意破壞比賽場地或設施。
- (3) 不服從裁判之指示或判決時。
- (4) 其它違反運動員精神之行為。
- (5) 若需室內(例如休息區)上電測試，務必將螺旋槳全部卸除；經工作人員、老師或其他參賽者發現帶槳測試，視為嚴重違反規定，大會有權判以失格，請各參賽者互相監督，嚴禁任何危險操作。

4. 異議或質疑

比賽後參賽隊伍如對該場次裁判之判定有異議或質疑時，可於大會下一場次比賽開始前，由成員之一向裁判長提出，逾期不予受理。比賽期間裁判團有最高裁定權，大會下一場次比賽開始後，裁判團的判決將不可再被更改。為培養參賽隊伍運動家精神，當有爭議發生時，參賽者須服從裁判之裁定，不得異議。

九、參賽注意事項

1. 主辦單位將組成訪視委員團隊，於 107 年 8 月視需要安排網路或實地訪視，以了解各隊機器人製作進度。訪視日期與方式待報名程序完畢後另行安排公佈。各隊接受訪視時，須備妥工作週報、製作報告書與機器人實體供訪視委員評核。訪視時將視察各隊機器人之基本功能，進度嚴重落後之隊伍，主辦單位可取消其參賽資格。
2. 完成初賽全部賽程之隊伍，主辦單位將於初賽完畢後，發放補助之材料費與差旅費。
3. 若經其他參賽隊伍舉發該隊伍載具為已完成整合之全套商品者，經查證後若屬實，將取消該隊伍之比賽或得獎資格。

4. 因場地施工造成的誤差，及競賽時環境不可預測之因素等問題，需由機器人自行調適，故機器人需具有適應性。
5. 其它未盡事宜，請參閱本競賽網站(<http://tdk.nfu.edu.tw>)。