

小港國小參加 115 科學園遊會設攤關卡設計

關卡挑戰：空氣神射手——紙箱空氣砲大作戰！

「空氣看不見也摸不著，但它真的能當成砲彈發射嗎？」

歡迎來到空氣神射手挑戰！今天你的任務是利用手中看似平凡的紙箱，製造出無形的「空氣砲彈」，擊倒遠處的目標完成挑戰！

 先學再戰--挑戰背後的科學理論

1. 空氣的壓縮與推力

平常紙箱內部充滿了空氣。當你用力拍擊紙箱兩側時，內部的空間瞬間被壓縮、壓力驟增，空氣為了尋找出口，便會以高速從正前方的圓孔猛烈噴射而出。

2. 神奇的「空氣渦環」(Vortex Ring / 甜甜圈現象)

如影片中注入煙霧後的慢動作所示（[\[03:21\]](#)），噴射出來的空氣並不是散開的一陣風，而是一個旋轉的甜甜圈狀空氣環！

- 為什麼會這樣？ 氣流穿過圓孔時，邊緣的空氣受到箱壁摩擦而減速，中心空氣則快速向前，造成氣流由內向外翻滾旋轉。
- 為什麼射得遠？ 這種旋轉的渦流結構能減少與周圍靜止空氣的阻力，將能量緊緊包覆在環內，使空氣砲彈能飛行很長的距離（[\[03:28\]](#)）。

 闖關規則與計分說明

- 挑戰器材：
 - 紙箱空氣砲 1 座（接縫處皆已用膠帶嚴密密封，中央開一圓孔）
 - 立體紙靶 3 個
- 發射距離：
 - 初階靶位：距離發射線 1.5 公尺
 - 高階靶位：距離發射線 2.5 公尺
- 過關條件：

1. 每位挑戰者擁有 **5 次發射機會**。
2. 擊倒 2 座紙靶：獲得「**初級空氣射手**」印章。
3. 擊倒全部 3 座紙靶，或成功撲滅 2 公尺外燭火（擊倒遠端細長目標）：獲得過關印章！

闖關必勝指引（操作秘訣）

1. 檢查密封性：

發射前確認箱子所有接縫是否貼緊。如果箱體漏氣，拍擊的力量就會洩掉，砲彈威力將大打折扣（[\[00:16\]](#)）。

2. 三點一線精準瞄準：

將目光、紙箱的出氣圓孔與目標物連成一直線。

3. 拍擊技巧——「快、脆、短」：

-  不要慢慢用力壓（只會吹出一陣慢風）。
-  雙手像打鼓一樣，快速且清脆地同時拍擊紙箱兩側並立刻放開，瞬間的高壓才能形成高速旋轉的完整渦環！

（參考來源：[科學玩很大：神奇的紙箱空氣砲](#)）

將「紙箱空氣砲」結合聯合國永續發展目標（SDGs），最契合的核心在於：

1. **SDG 12 負責任的消費與生產**（廢棄紙箱循環創客、升級再造）
2. **SDG 3 良好健康與福祉 & SDG 11 永續城鄉**（藉由煙霧渦環的形成與擴散，探討空氣品質、懸浮微粒（PM2.5/煙霧）在空氣中的傳播與淨化）
3. **SDG 13 氣候行動**（大氣流動、綠色乾淨動能）

永續特工隊：紙箱空氣砲——「淨氣追風」大作戰！

「廢棄紙箱變身綠能發射器，看不見的空氣也能擊退空污怪獸！」

歡迎加入永續特工隊！今天我們不製造新垃圾，而是利用回收廢紙箱打造「空氣動力砲」，一邊破解大氣流動的科學奧秘，一邊發射乾淨空氣彈，清除威脅環境的污染源！

 對應 SDGs 永續發展目標

SDG 目標	學習亮點與情境連結
SDG 12 責任消費與生產	循環經濟與玩具減塑：利用物流廢棄紙箱、牛皮膠帶進行「升級再造（Upcycling）」，不插電、免電池，實踐「零廢棄科學」。
SDG 3 健康與福祉 SDG 11 永續城鄉	看見隱形空污與呼吸健康：藉由煙霧空氣砲的渦環擴散現象，直觀理解燃燒廢氣、工廠煙囪排放的煙霧是如何在大氣中傳遞，進而體會維持乾淨空氣對城鄉居住的重要性。
SDG 13 氣候行動	無碳綠色動能：認識純物理壓縮產生的機械能與流體力學，體驗自然界風能與大氣循環的基本原理。

 挑戰背後的科學與環境理論

1. 升級再造（Upcycling）的結構強度

普通紙箱原本會被丟棄，但透過在接縫處以膠帶密封加固，將開放空間轉變為封閉氣室，重賦廢棄物全新功能。

2. 空氣壓縮與「渦環效應（Vortex Ring）」

(1)推進力：拍擊紙箱兩側時，內部體積瞬縮、氣壓飆升，迫使空氣自前方圓孔高速射出。

(2)甜甜圈渦環：氣流穿過孔洞時，孔緣阻力使外圍減速、中心高速噴射，捲曲形成甜甜圈般的自轉氣環。這種結構把動能鎖在環內，阻力極低，能長距離精準傳送能量。

3. 環境思維：煙霧是如何在空氣中移動的？

當空氣砲注入煙霧時，能清楚看到煙霧被捲入渦環中前進。這提醒我們：燃燒煙霧與微粒一旦釋放到大氣中，會隨氣流長距離擴散，因此從源頭減碳、停止

露天燃燒才是守護健康的根本。