

## 2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

☒國中組 ☐普高組 ☐技高組 成果報告格式

題目名稱：居家、消防兩用毒氣與生命偵測車

### 一、摘要

本研究旨在研發「家用版與消防救援毒氣與生命偵測系統」。將燃氣、一氧化碳、環境毒氣等毒氣環境偵測整合在消防救援車上，在文獻中得知燃氣 1000 ppm 及環境毒氣 800 ppm 為超標，一氧化碳在 50ppm 以上會感覺頭痛、疲勞。透過實驗，得知一氧化碳在通風環境中濃度低於 10ppm，在密閉空間燃燒不完全的環境平均值為 70ppm，由於一氧化碳無色無味且有毒，將值設定為 55ppm 作為警報標準。接著選擇壓克力板區分為上下兩層的結構，上層為家用版的毒氣警報器，下層為生命偵測的消防車，並且加裝磁吸裝置使其能夠兼具居家與消防用途。最後透過生命偵測能正確地找到生物後，消防員再進入以提高毒氣環境中人員的安全性與救援效率。

### 二、探究題目與動機

近年台灣頻傳一氧化碳、甲醛等有毒氣體中毒事件，嚴重威脅民眾生命安全。2025 年前兩月即發生多起中毒與氣爆事故，造成多人死傷。數據顯示，一氧化碳為火災傷亡首因，室內裝修及施工亦常導致氣體外洩風險。為預防災害，本研究設計一款家用多功能有毒氣體警報器，可即時偵測一氧化碳、甲醛等氣體並發出警示，亦可應用於消防車前導裝備，結合熱顯像技術與手機 App，即時掌握現場情況，提升救災效率與安全。

本研究同時呼應聯合國永續發展目標 (SDGs) 中的多項核心指標：

- **目標 3：良好健康與福祉**——透過有毒氣體偵測與生命探測技術，保障民眾與消防人員的健康與安全。
- **目標 9：產業、創新與基礎設施**——融合感測器、熱顯像、Arduino、藍牙等科技，推動創新與智慧防災系統的開發。
- **目標 11：永續城鄉**——本系統可應用於家庭、社區與消防現場，提升都市與住宅對災害的應變能力與韌性。
- **目標 13：氣候行動**——強化對火災與氣爆等極端事件的預防與應對能力，保護人民與環境安全。

因此，本研究希望開發出一套兼具居家與消防用途的偵測系統，強化社區安全、推廣智慧防災，並與永續發展的理念接軌。

### 三、探究目的與假設

- (一)了解消防人員在毒氣環境的需求
  - (二)了解毒氣對人體的危害
  - (三)研究毒氣數據整合系統
- 1.安裝各類感測器

- 2.測試感測器並與機體連接
- 3.將毒氣數據傳回手機中
- 4.找出毒氣的警示值之探究

#### (四)研究生命探測系統

1. 使用攝影機及熱顯像儀探測生命跡象回傳至手機

#### (五)探究居家版與消防版兩套系統磁吸式整合之研究

#### (六)研究假設

- 1.若能了解消防人員在毒氣環境中的實際需求，則有助於設計更符合現場應用的偵測系統。
- 2.若掌握毒氣對人體的危害程度，則可設定出具有防護效果的合理警示濃度。
- 3.若成功整合感測器與傳輸系統，則能建立一套能即時監控並回傳毒氣數據的偵測平台。
- 4.若導入攝影機與熱顯像儀，則可應用於生命跡象的初步判斷與回傳。
- 5.若設計具磁吸功能的結構，則有可能實現家用版與消防版的模組化切換與整合。

### 四、探究方法與驗證步驟

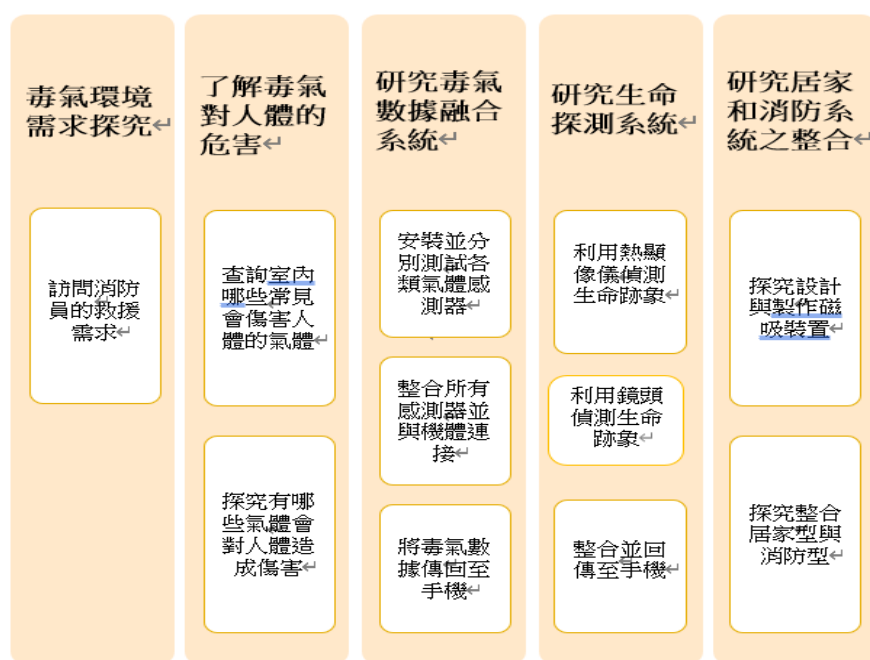


圖 1 研究架構圖

#### (一)毒氣警示值之實驗

為了得到毒氣濃度的警示值，我們作了以下實驗並得出了平均警示值為 70.379，並將此數據結合蜂鳴器警示毒氣濃度超標。

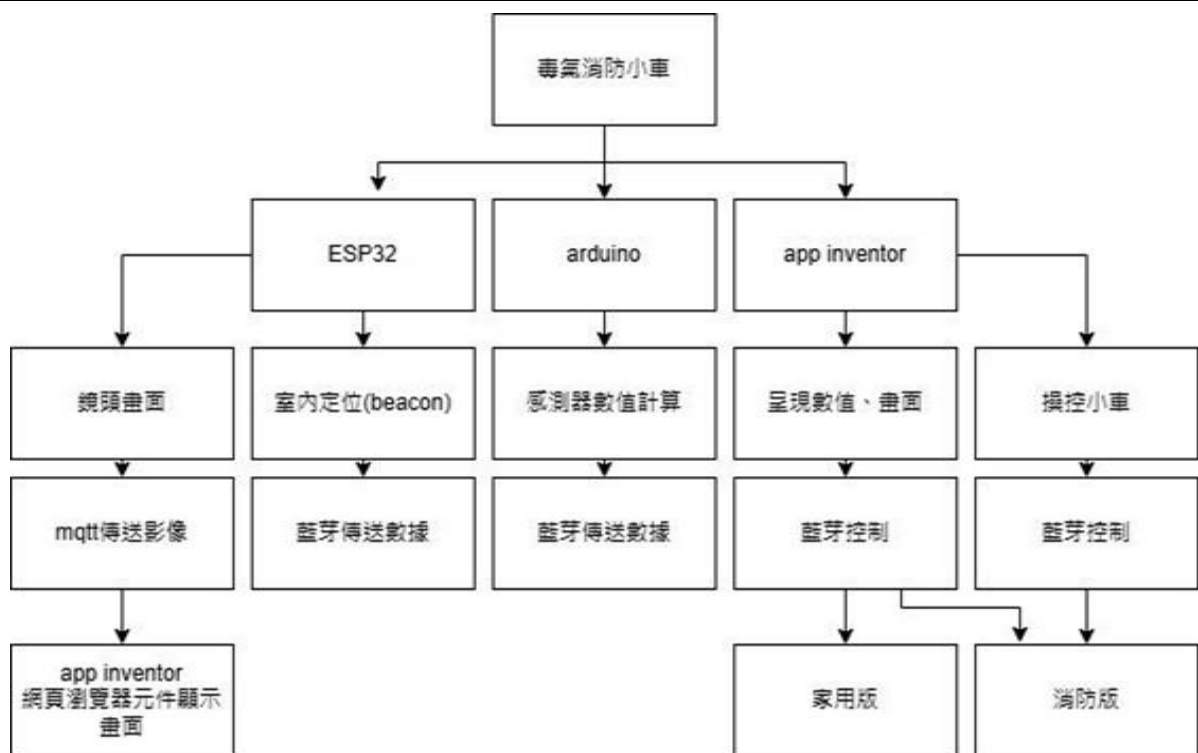


圖 2 運行架構圖

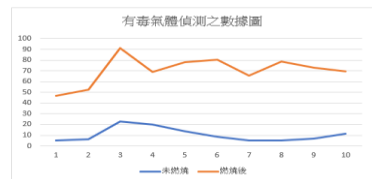
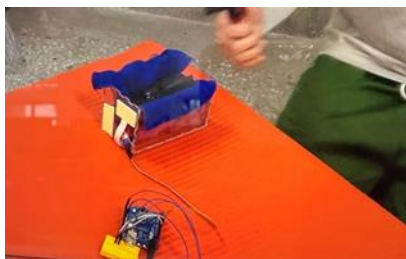


圖 3 有毒氣體偵測之實驗圖-1 圖 4 有毒氣體偵測之實驗圖-2

圖 5 有毒氣體偵測之數據圖

## (二)毒氣消防車毒氣警示

在感測器的選擇和配置方面，我們最初採用了多種適用於毒氣環境的感測模組，如二氧化碳、一氧化碳、空氣污染物等。但經過我們的實驗以及文獻，發現二氧化碳雖對人體有害，但不易超過標準數值(400~1000ppm)，且人體需在 10000 ppm 時才會出現呼吸頻率增加、頭痛、噁心等症狀，在 40000ppm 時會立即危及生命健康，而人體通常在 5000ppm 左右時便會因不適而自行離開環境，因此我們選擇將二氧化碳感測模組刪除。



圖 6 MQ2 感測器



圖 7 Arduino UNO R4 開發版

### (三)毒氣消防車行進方向的遙控

我們運用 Ardublockly 軟體負責和手機行進方向的軟體做連結。Arduino IDE 則是負責做各種感測器的檢測，並且將數值回傳至手機應用程式。



圖 8 Arduino IDE



圖 9 Ardublockly

### (四)毒氣消防車的機構設計

壓克力板製作的盒子其主要設計目的是為了保護重要的 Arduino 主機板及各種感測器。最初的設計僅用於保護感測器，但由於對 Arduino 主機板的保護效果不佳，因此後來調整為主要保護主機板，並將電池與主機板分離。然而，這樣的設計導致空間不足，同時盒子本身過大，造成重心不穩的問題。為了解決這些問題，最終決定不再將電池與 Arduino 主機板分離，並調整盒子的結構。透過縮短盒子的長度、增加高度，並將內部設計為上下兩層的結構，不僅有效提升了空間利用率，也改善了重心不穩的情況，使整體設計更加穩固與實用。

### (五)磁吸組合裝置(使用霍爾感測器偵測磁性值)

為了要達成居家版及消防版兩種用途，我們做了實驗以找出適合的磁鐵

- 1.第一次實驗：一開始以直徑約 3 公分的磁鐵裝在居家版上，加上磁貼片貼在消防版上來操作，其磁力值為 738，結果導致因為磁力太小而失敗。
- 2.第二次實驗:使用第一次實驗所做的加上消防版上也加裝直徑約三公分的磁鐵。這次實驗成功讓兩種版本結合，不過居家版的磁力還不足讓居家版吸在牆上。
- 3.第三次實驗:把四個約 0.3\*1 的磁鐵安裝上第二次實驗所做的居家版，但還是不行達到吸附在牆面的標準，所以還是失敗。
- 4.第四次實驗:把磁鐵放在居家版的基板內部且把直徑 3 公分的磁鐵裝在外部以增加磁力，最終完成了磁吸組合裝置。

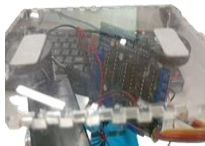


圖 10 磁吸組合裝置第一次實驗

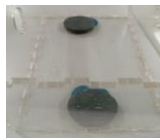


圖 11 磁吸組合裝置第二次實驗



圖 12 磁吸組合裝置第三次實驗



圖 13 磁吸組合裝置第三次實驗

## (六)生命偵測

為了能在程式上呈現即時畫面，我們用 esp32 的 cam 板子，用 mqtt 伺服器將畫出。如圖 14、15



圖 14 生命偵測實作圖-1

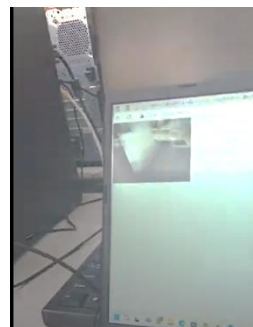


圖 15 生命偵測實作圖-2

## (七)定位系統

為了能夠在手機上具體呈現小車的位置，我們用了 beacon 和 ESP32 的板子，並且在手機用畫面呈現小車與手機的距離、以及(X,Y)值，均以藍芽傳送數值。

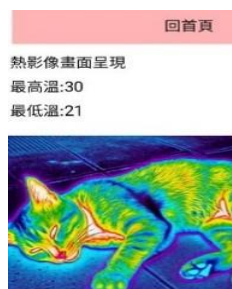
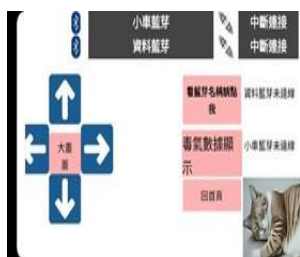


圖 12 生命偵測的介面設計-1 圖 13 生命偵測的介面設計-2 圖 14 室內定位的介面設計

## 五、結論與生活應用

本系統的設計和實施利用 Arduino 感測器和 App Inventor 手機應用程式進行毒氣環境監測的可能性。通過集成多種感測器，我們不僅能夠實時監測毒氣環境中的有毒氣體和環境變化，還能夠為消防員提供即時數據回傳和預警，從而有效提升毒氣環境的安全性。

未來，我們計劃進一步改進系統，增加更多的感測器和功能。例如，我們希望能夠加入生物感測器，以實時監控消防員的健康狀況，並進一步提高室內定位的精確度。隨著技術的不斷

發展和系統功能的完善，我們相信這個系統將對提高毒氣環境現場的安全性和救援效率，發揮更大的作用。

(一)、毒氣警示值:在實驗中得知其平均值為 70ppm，考量到安全問題，因此本研究將毒氣警示值設定為 55ppm。

(二)、壓克力機殼:壓克力機殼區分為上下兩層的結構，上層為居家版的毒氣警報器，下層為生命偵測的消防車。

(三)、在磁吸裝置:在磁吸裝置中直徑 3 公分的磁鐵其磁力值為 738 時和磁力為 820 的鋁磁鐵合併時為拆卸最容易且穩固的結果

(四)、居家版與消防救援毒氣與生命偵測系統:居家版與消防救援毒氣與生命偵測系統完整包含了毒氣警示、室內定位和生命偵測等功能。

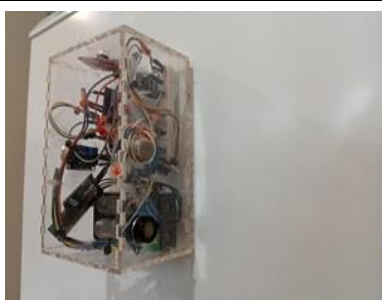


圖 15 毒氣消防車-家用型



圖 16 界面設計



圖 17 毒氣消防車

#### 參考資料

SparkFun. (n.d.). *MLX90640 熱影像感測器*. SparkFun. Retrieved March 4, 2025, from <https://www.sparkfun.com/products/14839>

內政部消防署(2025 年 1 月).取自

[https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?code=list&flag=detail&ids=220&article\\_id=18064](https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?code=list&flag=detail&ids=220&article_id=18064)

內政部消防署. (2025 年 1 月). 今年一氧化碳中毒已奪 3 命 內政部提醒：使用瓦斯熱水器要注意通風.取自

[https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?article\\_id=15117&code=list&flag=detail&ids=1468](https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?article_id=15117&code=list&flag=detail&ids=1468)