

第十三屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號： SA13-094

作品名稱： 多功能氣喘尖峰呼氣流速計

姓 名： 蕭季萱

關 鍵 字： 尖峰呼氣流速計、氣喘照護、氣喘評估

作品名稱

多功能氣喘尖峰呼氣流速計

摘要

根據調查，台北市國小學童有 20% 患有氣喘問題。氣喘者每日早晚都要使用尖峰呼氣流速計測量自己的呼氣並記錄數值，其數值不但可診斷氣喘、監控病情，甚至可預防氣喘發作。但氣喘者常會忘記隨身帶流速計、記錄表或忘記測量及記錄等，使記錄表不完整而影響自身的氣喘情況評估。

我根據尖峰呼氣流速計的原理，設計了一個多功能氣喘尖峰呼氣流速計，讓手機就是呼氣流速計。我檢視了智慧型手機內建的各種感測器，從中選擇數據變化量大且符合呼氣實際情況的內建角速度感測器，並自己設計了掛勾、程式邏輯和使用界面，也撰寫可以自動量測、計算、記錄及分析呼氣數據的 App 基本架構；本研究中，更進一步完善此 App 的各項功能，如 60 天歷程記錄、醫師熱線、資料上載雲端等功能，讓手機呼氣流速計更為聰明與方便。為適用於各型手機，研究中亦發展出自動校正的功能，完成多功能尖峰流速計。為更周全照顧到氣喘患者，我更建立了醫院端相對應的遠距雲端氣喘照護平台，來達到「無縫氣喘照護」。我希望多功能尖峰流速計不僅容易隨身攜帶，可呈現最近的呼吸功能狀況，更可以在呼吸異常時可提醒用藥或直接和醫師連繫，提供醫師能遠距監控及診斷的功能，徹底保障氣喘者的健康與安全。

壹、研究動機

我自小就有過敏體質和氣喘，對於每天繁瑣的呼吸流速的量測和記錄，總是覺得十分麻煩，可是為了自己的健康，又不得不做。我常常在想，有沒有比較方便的呼吸流速的量測記錄方法呢？

氣喘者常會因為各種環境因素導致肺功能異常，進而呼吸困難、咳嗽等，嚴重者需緊急求診或使用藥物治療，否則可能致命，因此每日都要早晚各使用三次尖峰呼氣流速計測量並記錄數值，其數值不但是氣喘診斷之依據，也可做為病情監控和急性發作處置之指標，甚至可以預防氣喘的發作。但氣喘者常會忘記隨身帶流速計、記錄表或忘記測量及記錄等，使記錄表不完整而影響自身的氣喘情況評估。反之，手機是現代人每天的必備隨身之物，所以在這個研究中，我想利用手機，自己設計一個好用方便的呼氣計。

貳、研究目的

這個研究的目的是要應用智慧型手機，製作成多功能尖峰流速計，研究過程中需測試分析智慧型手機的各種內建感測器，以找出最適用的內建感測器，再針對此感測器設計可推估呼氣流速的方法，並寫成 App 讓手機可替代尖峰流速計使用。App 可判斷使用者目前的呼吸功能狀態，若是呼吸異常時，會提醒適當的處理步驟或使用擴張劑，也可自動撥接醫師電話，得到進一步處理建議。

由於氣喘者常會忘記隨身帶尖峰呼氣流速計、記錄表或忘記測量及記錄等，影響自身的氣喘情況評估。而目前智慧型手機在台灣的普及率已接近 75%，因此利用智慧型手機設計成呼氣計，可解決忘記攜帶尖峰呼氣流速計的問題；而且智慧型手機的功能強，感測器靈敏度佳，可自動記錄每次的尖峰流速，甚至可進行複雜的計算和分析，以及自動撥接或連網，也可將個人每天的呼吸功能狀況，上傳到雲端的醫療照護系統資料庫內，讓醫師有充足的資料可判讀個人的健康程度。

因此這個研究是基於我自己的尖峰呼氣流速計使用及記錄的經驗，設計多功能尖峰流速計來解決以前使用和記錄的不便，並可在經過計算分析後，提供進一步的處理建議。有了這個多功能尖峰流速計，就可以不用每天帶著一支流速計和一大張記錄紙，不但氣喘照護照樣做得好，也可以避免這些不方便。

這個研究共有 6 項主要工作，包含先期的手機掛勾吊架的製作、手機內建感測器之測試與選擇、尖峰呼氣流速的測量與程式邏輯的建立、App 之撰寫與測試、雲端氣喘照護系統的建立、及系統自動校正等 6 項工作。自動校正主要是因為每個使用者的智慧型手機都不相同，重量和重心也不同，希望未來程式中可以在第一次使用時，自動進行參數的校正，讓此系統可適用於各型智慧型手機。最後整合完成智慧多功能尖峰流速計，幫助所有患有氣喘的人。

參、研究方法

氣喘的介紹

氣喘是一種慢性的肺疾病，其症狀可維持相當久，是一種體質的問題，主要症狀有呼吸困難、喘鳴、胸悶以及慢性咳嗽。氣喘的診斷需要綜合判斷，但症狀因人而異，彼此也不一定有很好的關聯性，因此氣喘的診斷並不簡單，需要經過仔細長期的觀察和許多疾病做鑑別診斷後，加上個人和家族過敏病史以及對藥物治療的反應來做最後的判定。另外，尖峰呼氣流速計也是一項對於評估氣喘很重要的工具。

當氣喘者的氣喘發作時，肺部的氣道通常會變窄，導致一次呼吸吸入的空氣量變少而呼吸困難。尖峰呼氣流速計(如圖 1)可以測量呼吸氣流被限制的程度，呈現出使用者的肺功能。氣喘者在家裡及急診時，可以利用尖峰呼氣流速(peak expiratory flow rate, PEFR)及其變異性(variability)來監測氣喘，幫助瞭解氣喘的嚴重度及監測慢性氣喘治療的進展，可提供醫師調整藥物治療的客觀證據，也可以瞭解急性發作的嚴重性並預測治療效果。同時，在症狀發生前幾小時或幾天內，尖峰呼氣流速就會開始降低，因此可在症狀發生前給予治療，避免嚴重氣喘的發生。



圖 1 尖峰呼氣流速計

尖峰呼氣流速計使用前，要先找出個人最佳值，可以按照年紀、身高及體重來計算，或是在沒有感冒或氣喘的情況下，連續記錄兩週的尖峰呼氣流速並取最高的數值，便可得到個人最佳值。氣喘者建立個人最佳值後，每日早晚在規則用藥前要各使用三次尖峰呼氣流速計，並記錄最佳的一次。而個人最佳值的比值會依 80%和 60%，分成綠、黃、紅三區，如表 1 所示。而圖 2 為要記錄的肺功能記錄卡，可幫助瞭解近期內的肺功能變化，對於調整藥物治療等有相當大的幫助。

表 1 氣喘者尖峰呼氣流速之分類、評估與用藥指示

	尖峰呼氣流速	氣喘評估	用藥指示
綠燈區	> 80%	治療良好	依目前治療方式繼續治療
黃燈區	60~80%	氣喘即將發作	平時類固醇量加大 2 倍，持續 7~10 天 口服氣管擴張劑者可先服用 5~7 天
紅燈區	< 60%	氣喘正急性發作 氣喘控制不佳	使用吸入性短效氣管擴張劑，連續吸 3 次，每次間隔 15~20 分鐘 喘鳴無改善即刻急診

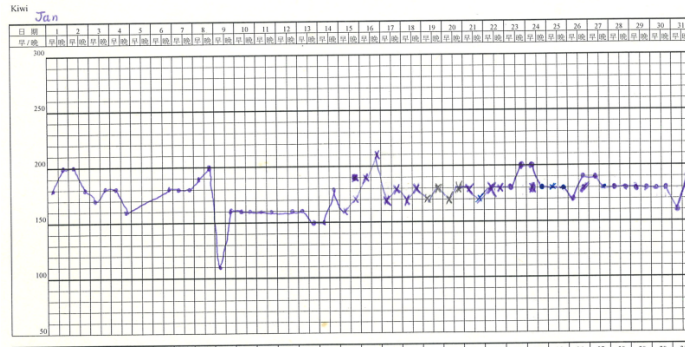


圖 2 已記錄的一個月份肺功能記錄卡，可看出當月 9~14 日，因感冒及支氣管發炎，使呼氣尖峰流速降低。

多功能尖峰流速計構想

尖峰呼氣流速計體積小、方便攜帶、使用方法簡單、價格不高，如果正確使用並每天確實記錄，將有利於氣喘的防制與治療。但是，氣喘患者常常忘記帶流速計、記錄表，或是忘記要測量及記錄等狀況，都會使肺功能記錄表不完整而影響氣喘評估。

因此，我想自製一個多功能尖峰流速計，讓氣喘者不再忘記量測或記錄自己的肺功能。目前隨身攜帶智慧型手機的人非常普遍，如果能將尖峰呼氣流速計的量測和記錄的工作由智慧型手機來完成，應該會解決上述的問題。

根據 IDC 2012 年台灣手機產業調查季報顯示 [2]，在台灣有手機的民眾中，每 4 人就有 3 人使用智慧型手機。而且智慧型手機內建有多種感測器，計算速度快，可寫入程式進行分析和運算，又有記憶體可儲存資料。在我的想法中，智慧型手機應該可以配合 App，設計成有呼吸流速計的量測功能，並自動記錄肺功能數據。

目前有些 App 已經利用智慧型手機做為量測裝置或裝置的顯示界面。2012 年推出 Mobile Breathometer 酒測器(如圖 3) [3]，將小型酒測器插在 iPhone 的耳機插孔上，對著酒測器吹氣，數秒後吹氣中的酒精濃度便顯示在智慧型手機。比起其他市售之酒測器價格較低(因為利用了 iPhone 的顯示螢幕和計算 CPU，這些成本都可以省下)。但是 Breathalyzer 並沒有用到智慧型手機上的感測器，只是把酒測器的值傳到手機進行計算轉換和當作顯示結果的螢幕。



圖 3 Smartphone Breathometer

另外有 App 是直接對智慧型手機吹氣，由手機麥克風測量吹氣聲的大小(如圖 4)，經過濾波及頻域分析後，來測量尖峰呼氣流速及流量(如圖 5) [4]。此種方法可量到連續的流量，也有利於氣喘的診斷。但這種方法很容易受外界聲音干擾，且沒有善用智慧型手機本身的感測器來得到進一步的分析。



圖 4 SpiroSmart 呼氣流量計 [4]

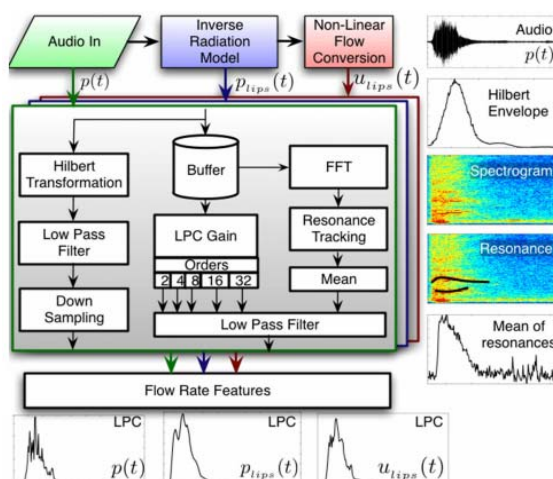


圖 5 SpiroSmart 的分析流程圖 [4]

以上兩種例子都沒有使用到智慧型手機內建的感測器，僅是作為計算和顯示的工具，且測量尖峰呼氣流速的方法並不準確。我設計的多功能尖峰流速計是利用掛架將智慧型手機固定在牆上或桌邊，使用者對著手機上的呼氣點呼氣後，會造成手機前後擺動，此時利用手機的內建感測器測量此擺動，再經過手機的計算分析後，便可得到使用者的呼吸功能狀況；若呼吸異常則會提醒用藥或直接和醫師連繫。同時，手機也會將使用者的呼氣數據自動記錄下來製成圖表，使每天的呼吸功能狀況一目瞭然，並將呼氣數據上傳到雲端，看診時醫師可以將數據直接下載，方便診斷，也保障氣喘者的安全。

研究一 掛架的設計

多功能尖峰流速計在硬體方面，包含智慧型手機和掛架。使用時先將掛架從手機後拉出，固定在牆上，即可開始測量尖峰呼氣流速。

以下是我歷經幾次設計與改良後的掛架，但未來需要再改善，更堅固、耐用和美觀，同時3D 列印技術是我可能會考量學習並採用的技術。

(一) 第一代掛架

1. 使用寬 1.8 公分鋁條長短各一條，長條折成三段做為支架，再將短鋁條以釦鈕固定在支架中央，用來把多功能尖峰流速計固定在平面上。
2. 在面板中心往上 3 cm 之處，我將迴紋針彎折後固定在鋁片上，再緊貼在手機背殼上當做旋轉軸，讓手機可以自由繞著旋轉軸旋轉。

研究結果與討論：

1. 第一代掛架的製作過程及測試過程如圖 6。
2. 在手機背殼貼上迴紋針來當作旋轉軸使用，但由於迴紋針有點太粗，會增加摩擦力，而且這並不是很實際的方法，會使手機背面不平整。因此改用圖釘固定在手機側邊來製作旋轉軸。
3. 掛架的形狀並不符合手機的形狀，使用後沒辦法收在手機背面，造成體積過大、攜帶不方便和不美觀。



圖 6 多功能尖峰流速計的第一代掛架及測試圖

(二) 第二代掛架

針對第一代掛架的缺點，我在第二代掛架(如圖 7)中做了改進。

1. 旋轉軸的改善：

改把圖釘固定在智慧型手機側邊，面板中心往上 3 cm 之處來取代用迴紋針製成的旋轉軸，並把圖釘的尖端磨鈍。這改善不僅可以保持手機背面的平整，增加實用性，也可以減少旋轉軸和掛架間的摩擦，使智慧型手機擺動得更順暢。

2. 掛架形狀的改善：

我根據手機形狀設計了新的掛架，也是使用鋁條來製作。新掛架的體積減少，使用完也可以收在手機背面方便攜帶，不會影響外觀。



圖 7 多功能尖峰流速計的第二代掛架

研究結果與討論：

1. 第二代掛架的製作過程及測試過程如圖 7。
2. 使用第二代掛架進行了使用測試，但在幾次測試後掛架損毀了。原因在於第二代掛架是以窄鋁條彎折成形的，因此製作掛架時有幾處轉折點只有小面積互相連接，並用膠帶加強。在幾次使用後有一處轉折點斷裂，使的掛架沒辦法再使用。改善方法是改用厚塑膠片製作。

(三) 第三代鋁質一體成型掛架

針對第二代掛架的缺點，我在第三代掛架中做了改進。第二代掛架由於轉折處的連接面很小，使用多次之後即變得脆弱易斷，因此我去買 1 mm 厚整片鋁片，用大剪刀裁剪後再彎折，使用後也可以彎折收在手機背面(如圖 8b)，輕巧美觀又耐用。



圖 8 多功能尖峰流速計的第三代鋁質一體成型掛架
(a) 翻轉使用； (b) 彎折收在手機背面

研究結果與討論：

1. 第三代掛架的使用情形如圖 7。
2. 第三代掛架可輕易放置在架上，進行對手機吹氣之動作，由於是一體成型，掛架較堅固耐用，是個理想的掛架。



圖 9 第三代鋁質一體成型掛架之使用情形

(四) 第四代塑膠掛架

第三代鋁質掛架為理想之掛架，唯金屬材質及製造成本較貴，使用久後易變形，因此，我想再發展塑膠掛架，方便射出成型大量生產，並減少成本，且以塑膠製造，外形可以更多變化、顏色更多變化，更符合個人化之需求。因試製時製模和射出成型的費用很高，我改以資料夾的塑膠封面來製作。我選用的是比較厚的塑膠片，較堅固耐用，使用後也可以收在手機背面。

研究結果與討論：

1. 第四代掛架的製作過程如圖 10。
2. 第四代掛架在製作上將掛架側邊挖空留給按鍵的位置特別處理，將側邊磨成斜面，比較容易就能按到按鍵。
3. 選擇材料時就有考慮到強度問題而選用比較厚的塑膠片，但是仍然沒辦法支撐手機的重量。
4. 將再尋找其他材料和方法製作掛架，或使用 3D 印刷直接製作。



圖 10 多功能尖峰流速計的第四代掛架

(五) 第五代 3D 列印掛架

我使用 3D printing 的技術，製造第五代掛架。研究中，將第三代鋁質掛架修改尺寸，並修改外型，使其更流線美觀，圖 11 為設計草圖，圖 12 則為電腦繪圖之 2D 圖及 3D 圖。

圖 13 為其 3D 列印掛架完成圖；3D printing 之速度快，可以少量製造，且掛架質輕堅固，並可依各人喜好自己設定顏色。本研究基於推廣多功能尖峰流速計，希望能讓更多氣喘患者使用，因此規劃在研究完成後，可以免費將掛架之電腦繪圖電子檔免費讓氣喘患者自行下載，則氣喘患者可以自己在家列印出手機掛架後，使用多功能尖峰流速計。未來若能籌募到經費或得到基金會贊助，將可對市面上主要流通之智慧型手機均設計製作該型手機之鋁質掛架電腦繪圖檔，讓各氣喘患者均能自行以 3D printing 列印出手機掛架，輕鬆的使用“多功能尖峰流速計”。

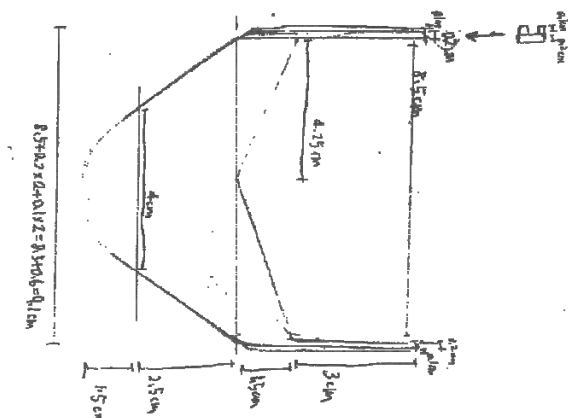


圖 11 第五代 3D 列印掛架之設計草圖

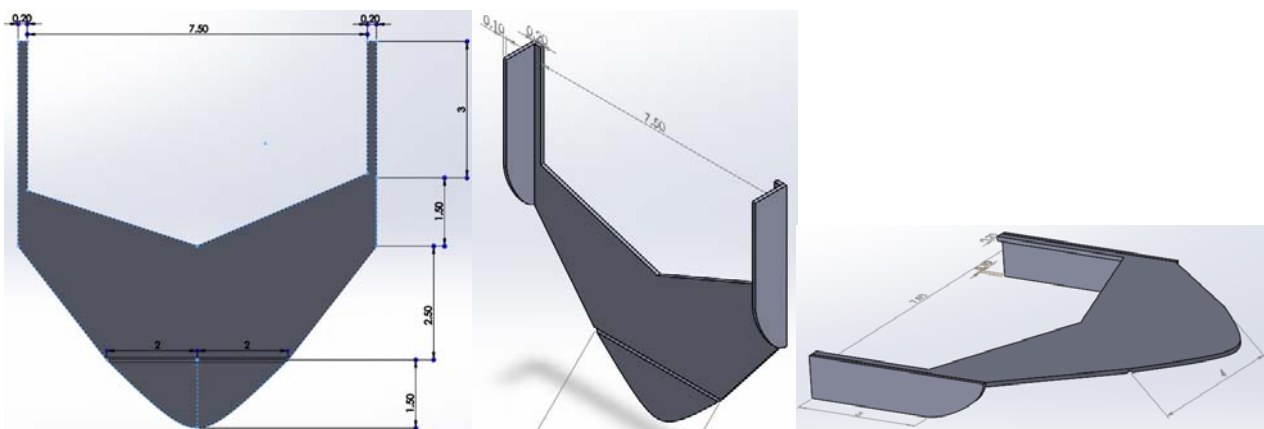


圖 12 多功能尖峰流速計的第五代 3D 列印掛架之 2D 及 3D 電腦繪圖



圖 13 第五代 3D 列印掛架之完成圖

研究二 手機感測器之選擇

對於我的多功能尖峰呼氣流速計的構想，必須要先找到最適用的手機內建感測器。智慧型手機有許多不同的內建感測器，可測量移動、方向及各式環境變數，如偵測使用者的手勢、判斷手機是否朝下而靜音、偵測手機方向等。如圖 14 為 Galaxy S4 搭載的感測器。

智慧型手機中的感測器有三種主要類別[1]，包括：

- 運動感測器：
測量在空間中的加速力及旋轉力，包括加速度計、重力感測器、陀螺儀及旋轉向量感測器。
- 環境感測器：
感測環境變數，包括溫度計、濕度計、光度計、氣壓計。
- 方向感測器：
感測裝置的物理位置，包括方向感測器、磁力感測器、近距感測器。



圖 14 Galaxy S4 搭載的感測器

我的多功能尖峰呼氣流速計之構想，是要把對尖峰呼氣流速計呼氣改為對手機呼氣，再由手機感測器找出最能代表此呼氣的物理量；因此在手機感測器中，適用的感測器只有測量加速度的加速度計(accelerometer)、測量角速度(即旋轉速度)的陀螺儀(gyroscope)、及測量手機位置的方向感測器(orientation)3 種。

研究中必須先找到 3 種感測器中最合適的物理量。智慧型手機一般以面板中心為座標原點，如圖 15 所示。每個感測器會有 3 軸的物理量(x, y, z)，加上合成向量 $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ ，便有 4 個物理量。研究中以實驗的方式，針對不同的呼氣強度，檢視全部 12 個物理量，但需要在 App 程式和測試硬體中進行更詳細的設計。



圖 15 智慧型手機的座標

App 程式

研究中先撰寫一個 App 作為測試的界面，如圖 16a 的示意圖所示。我使用 eclipse 來撰寫 Android App，在程式中，我列出加速計、陀螺儀、方向計 3 種感測器各自的 4 個物理量(圖 16b)；但由於感測器數值每 0.2 秒更新一次，無法人工記錄數據；為改善此問題，我在程式中，將這些物理量曾出現的最大值記錄下來，因此只要觀察這些最大值，便可知道呼氣對此感測器物理量的影響了。

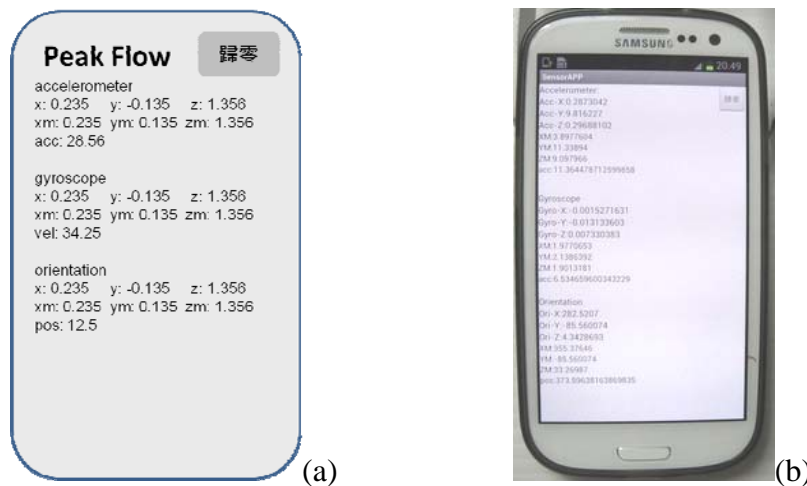


圖 16 測量呼氣對智慧型手機 12 種物理量的 App。(a)界面示意圖；(b)完成之 App

測試的變數有旋轉軸位置、呼氣點位置、呼氣距離、呼氣量及感測器物理量種類。呼氣距離先設定固定值 5 cm，呼氣點位置為距面板中心往下 4 cm，手機螢幕上會顯示一個紅點讓使用者對準。旋轉軸原先設定在座標 x 軸，但發現產生的角速度過大，超過陀螺儀的最大刻度，因此把旋轉軸改到距面板中心往上 3 cm，才不會讓角速度的值飽和。

硬體測試

我使用研究所製作的第一代掛勾來吊掛手機，將迴紋針彎折當做旋轉軸，讓手機可以自由繞旋轉軸旋轉。迴紋針會固定在鋁片上再緊貼在手機背殼，所以產生的 y-及 z-軸的旋轉量很小。

我使用壓縮空氣模擬氣喘者的呼吸流量，為了控制呼氣量的變數，原先我想過使用橡皮球、氣球、BB 槍空氣罐、壓縮氧器罐等，但都不適用，後來我改用現成的空氣壓縮機。我到台北火車站附近買了管線、三通閥、氣閥、快速接頭、壓力計等，接在空壓機上，將氣嘴出口對正呼氣點位置，測試不同壓力之壓縮空氣對手機 12 種感測器物理量及尖峰呼氣流速計的影響，如圖 17。

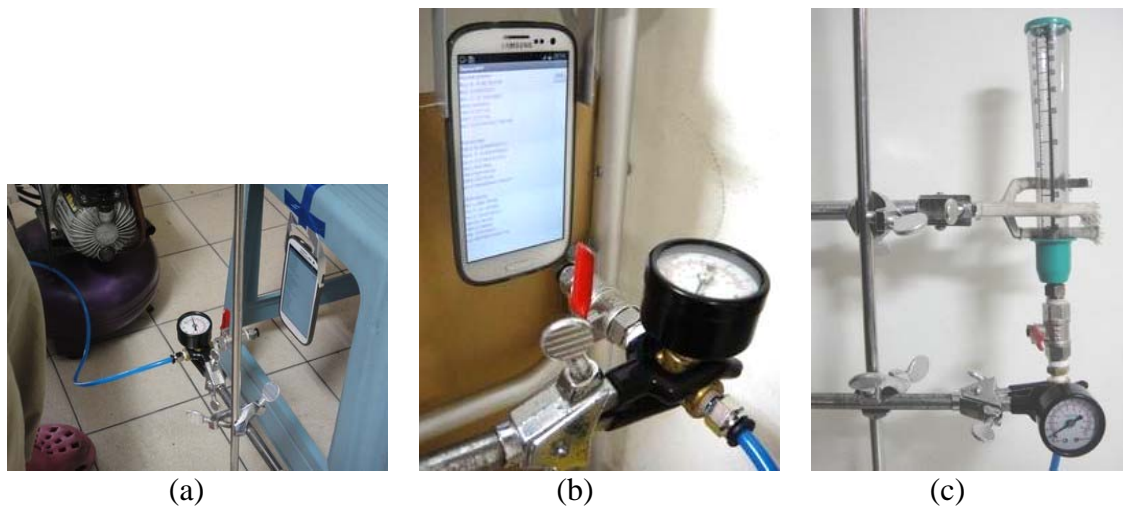


圖 17 感測器物理量及尖峰呼氣流速計之測試

實驗測試程序如下：

1. 將空壓機灌到不同的設定壓力後(20、30、40、50、60 kgf/m/m)；
2. 快速將氣閥全開，待手機穩定後關閉；
3. 記錄 12 種感測器物理量之最大值數據。
4. 依步驟 1~2，量測尖峰呼氣流速計之最大值數據。

測試之結果如圖 18。

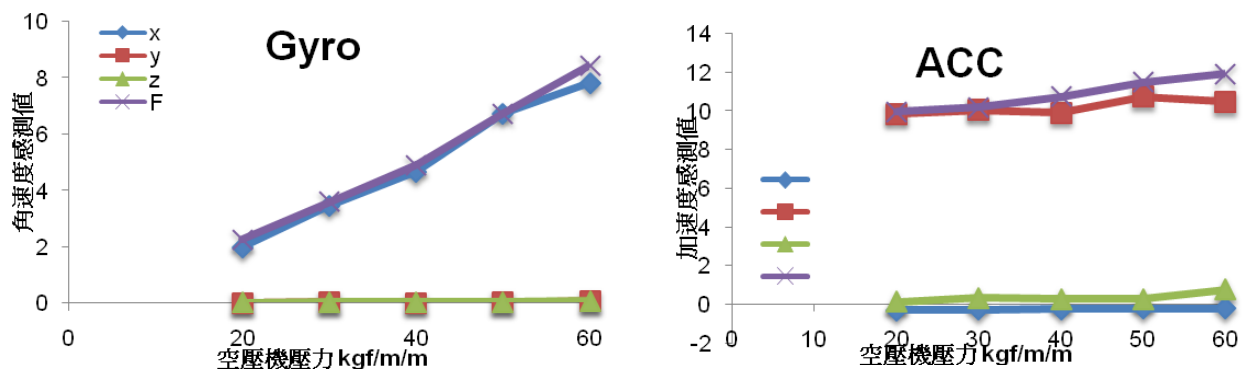


圖 18 陀螺儀和加速計之感測器物理量與空壓機壓力數據之關係

由結果可知(如表 2)：

1. 陀螺儀的 x 軸值與向量和值分別對壓力的變化有明顯的相關性；
2. 陀螺儀的 y 軸和 z 軸值因懸掛裝置與背殼固定，幾乎沒有變化；
3. 加速計因會受到重力 g 影響，與尖峰呼氣之線性關係不佳；
4. 方向計因易受磁場干擾，誤差大，與尖峰呼氣之相關性差。

表 2 智慧型手機 12 種物理量與吹氣壓力之相關性

sensor	陀螺儀				加速計	方向計
物理量	x 軸	y 軸	z 軸	向量和	所有值	所有值
與壓力相關性	good	變化小	變化小	good	X	X
原因	掛架固定				重力影響	磁場干擾

綜合以上結果，在多功能尖峰流速計的 App 設計上，將使用陀螺儀向量和作為判斷尖峰呼氣流速的指標。此外，我也對尖峰呼氣流速計進行測試，以瞭解空壓機壓力與尖峰流速間的關係，如圖 17c。同樣吹氣壓力下的手機角速度感測值及尖峰呼氣流速計量測到之對應值，整理於圖 19。

經過 curve fitting 曲線擬合後，找到了手機角速度向量和與尖峰流速的關係：

$$V = 59.55\omega$$

此公式代表使用者對手機呼氣後，App 顯示其數值為 ω ，則轉換到傳統的手持流速計(圖 1)上，便是 V 。例如 App 顯示 $\omega = 5.2$ ，則其呼氣尖峰流速便為 $59.55 * 5.2 = 309$ ，與一般肺功能記錄卡(圖 2)之數據相符合。此公式幫助從不同手機的角速度向量和數值，直接轉換成標準的尖峰流速，為大家共同使用的數據型式，如此也方便醫師在雲端系統上容易判別個人的肺功能狀況。

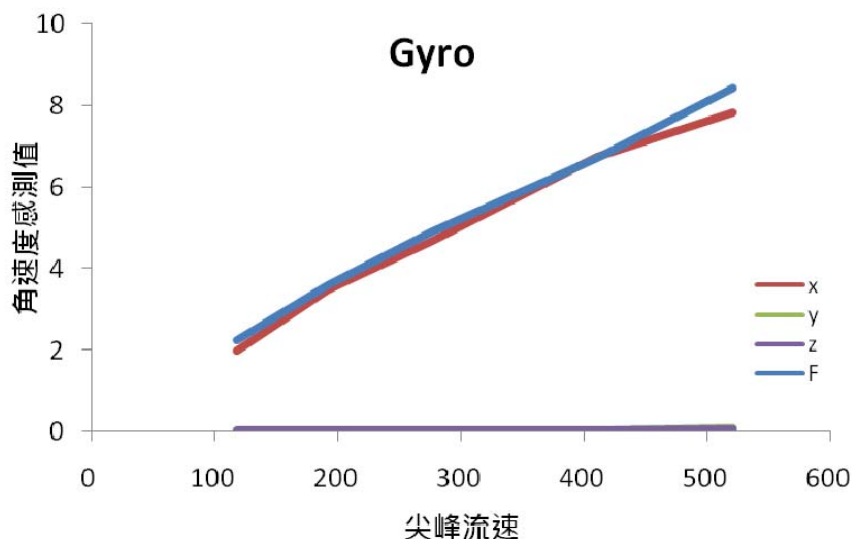


圖 19 手機角速度向量和與尖峰呼氣流速計數據之關係

研究三 程式邏輯與 App 撰寫

程式邏輯

我設計的多功能尖峰呼氣流速計，能充分利用手機本身的感測器，來代替傳統尖峰呼氣流速計；在我的構想中(如圖 20)，它除了可以量測使用者的尖峰呼氣流速外，也能夠自動記錄流速值，繪成圖表，並根據流速值分析判斷出使用者目前的呼吸功能狀態。它會在使用者的呼吸異常時，提醒適當的處理步驟或該使用的藥物，也可自動撥接醫師電話，得到進一步處理建議。因此，我先設計多功能尖峰呼氣流速計的使用流程和 App 界面，再以 eclipse 程式編輯器撰寫 App。



圖 20 將智慧型手機與 App 結合成多功能尖峰呼氣流速計

在本研究中，我先針對所設計的多功能尖峰呼氣流速計，擬定了一套完整的使用及分析記錄流程，並設計出 App 應有的功能與 App 圖形介面。圖 21 為這個「多功能尖峰呼氣流速計」的概念流程圖。

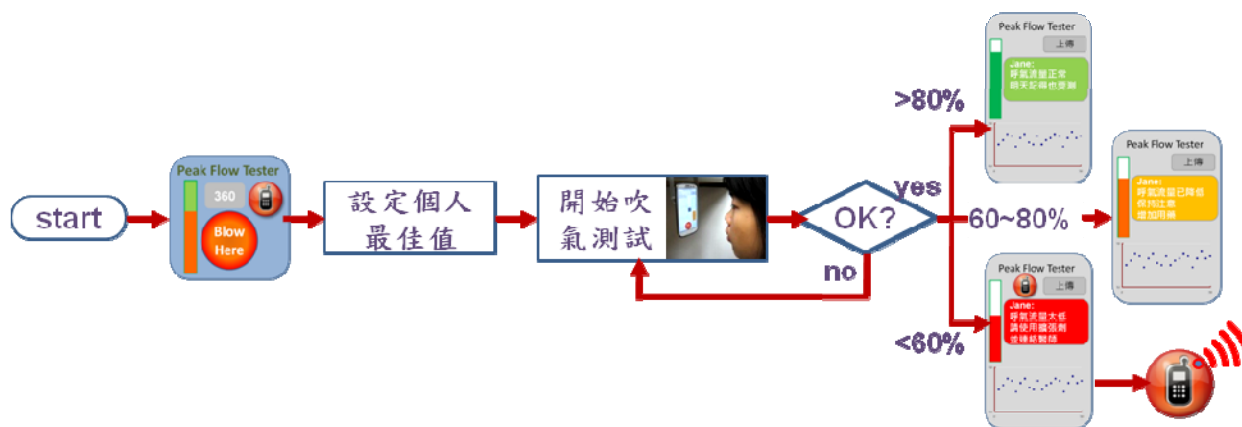


圖 21 多功能尖峰流速計之流程圖

該流程之操作及各記錄分析功能詳細之說明如下：

1. 啟動 App(如圖 22 所設計之 App 示意圖)。

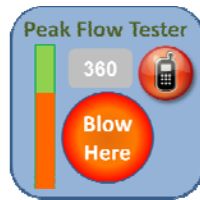


圖 22 多功能尖峰流速計 App 圖示之示意圖

- 進入開始頁面(如圖 23 示意圖)。此時按手機上的 menu 鍵，可重新設定個人最佳值。



圖 23 開始及重新設定頁面之示意圖

- 使用者距離手機面板 5 cm 時，紅點會忽大忽小的閃爍，代表距離正確，可開始吹氣。
- 對著吹氣點(紅點)吹氣後，會顯示出流速值和個人最佳值，旁邊的直棒則會顯示兩者的比值。
- 吹氣多次後，App 顯示的值是這幾次的最大值，若覺得呼氣做的不錯，則按下 OK 鍵，程式再根據吹氣值和個人最佳值的比值，判斷出使用者目前的呼吸功能狀態是在哪一燈區，並切換到那一燈區的畫面。
- 每一燈區的畫面上都會顯示測量出的流速比值、60 天尖峰流速趨勢圖、數據上傳鍵和用藥建議(如圖 24 示意圖)。使用者可按上傳鍵將尖峰流速值上傳至雲端氣喘照護資料庫，看診時有利於醫師評估。
 - 呼吸功能狀態若是在綠燈區 (>80%)：

用藥建議上會出現「呼氣流量正常。明天也要記得測」的敘述(如圖 24a)。
 - 如果呼吸功能狀態在黃燈區 (60~80%)：

用藥建議上會出現「呼氣流量已降低。保持注意，增加用藥」(如圖 24b)。
 - 當呼吸功能狀態在紅燈區 (<60%)：

用藥建議上會出現「呼氣流量太低。請使用擴張劑，並連絡醫師」的敘述(如圖 24c)，以及一個通話按鈕(如圖 24d)，按下後會自動撥號給主治醫師，取得醫師進一步的評估和處置。
- 完成後即可退出。

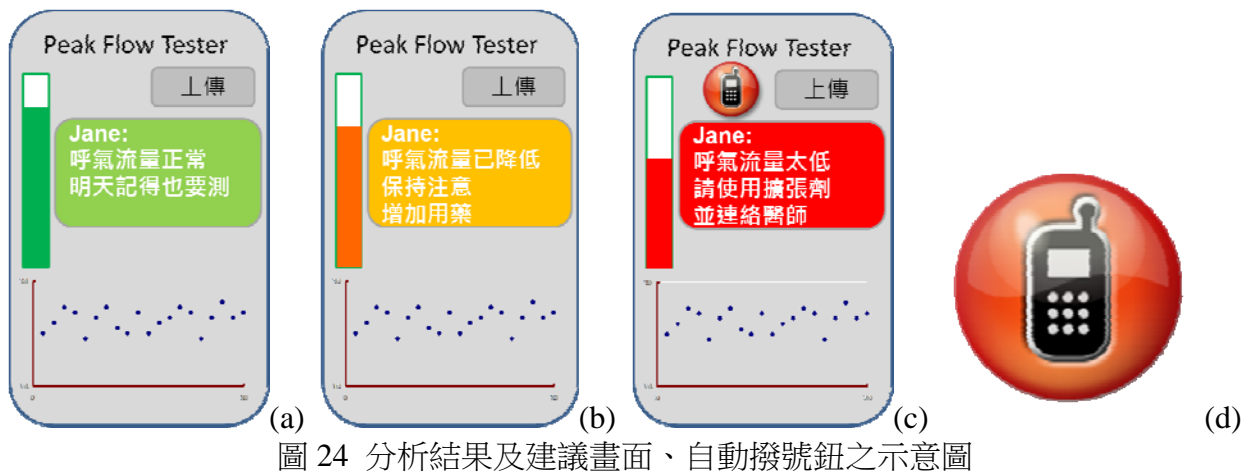


圖 24 分析結果及建議畫面、自動撥號鈕之示意圖

App 撰寫

對於本研究「多功能尖峰呼氣流速計」之 App 程式，我使用 eclipse 程式編輯器來撰寫該 App 程式。此 eclipse 除了用來撰寫研究中用來測試手機感測器的測試 App 外（如圖 25），也撰寫根據圖 21 流程圖之 App 程式。

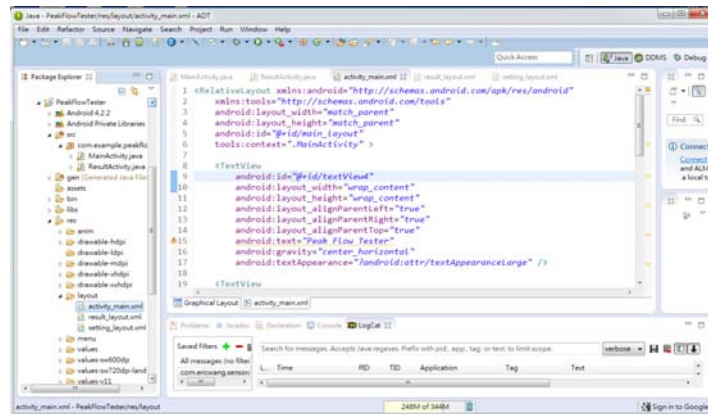


圖 25 在 eclipse 中撰寫 Android App 程式

多功能尖峰呼氣流速計 App 完成後如下：

1. 圖 26 從左至右分別為開始頁面、綠燈區頁面、黃燈區頁面、紅燈區頁面，並有各種相對應的建議、將資料上傳雲端的按鈕、及 60 天流速曲線圖。紅燈區頁面並有自動撥號按鈕，可立刻連絡主治醫師。



圖 26 多功能尖峰流速計 App 之 4 種頁面

2. 擁有的功能有：

頁面	功能	用途
開始 頁面	menu 鍵	重設個人最佳值
	使用步驟	提醒使用方法
	呼氣點(紅點)	代表呼氣位置，提醒使用者呼氣距離
	流速值	顯示呼氣結果
	直棒	顯示流速值和個人最佳值的比值
	紀錄最佳值	顯示測量的多次呼氣結果中最高的數據
	OK 鍵	滿意呼氣結果後進入分析頁面
分析 頁面	建議區	顯示關於呼氣數據的分析結果及用藥建議
	直棒	顯示流速值和個人最佳值的比值(同開始頁面)
	60 天流速曲線圖	呈現 60 天內的呼氣結果
	上傳鍵	將呼氣數據上傳至雲端，醫師可下載做為診斷依據
	自動撥號按鈕(紅燈區)	按下即可馬上連絡主治醫師

該程式中綠燈區/黃燈區/紅燈區頁面都有 60 天流速曲線圖，讓建立氣喘使用者最近 60 天的呼氣流速曲線，才容易看出是否有氣喘的趨勢，這是「多功能尖峰呼氣流速計」很重要的創意想法，也是傳統呼氣流速計難以提供的功能。該 60 天流速曲線圖實際功能如圖 27 所示。

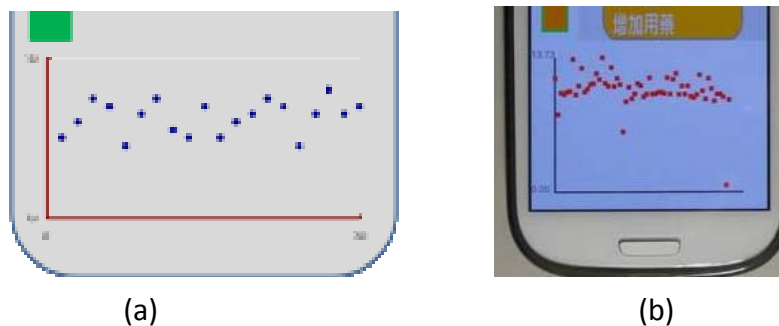


圖 27 多功能尖峰呼氣流速計之創意 60 天流速曲線圖(a:示意圖；b:實際使用圖)

研究四 雲端氣喘照護平台

設計多功能尖峰呼氣流速計的目的就是要幫助有氣喘的人可以更方便的記錄尖峰呼氣流速，以利氣喘的診斷。因此，使用者在使用完多功能尖峰呼氣流速計，按了上傳鍵後，我設計讓智慧型手機將呼氣數據上傳至雲端資料庫，看診時醫師便可以直接從雲端將呼氣數據下載下來，更方便醫師判斷氣喘狀況。

圖 28 為我構想的「雲端尖峰呼氣流速監控平台」，研究中使用 LabVIEW 程式來撰寫，該 LabVIEW 程式我已有很多使用經驗，因此撰寫程式沒有太大困難。當使用者按下上傳鍵，將其尖峰流速的資料上傳至雲端後，醫護端便可由檔案中讀取到個人資料，並在監控平台上顯現。如此醫師亦可遠距瞭解氣喘患者之狀況，使氣喘患者的健康多了一層保障。

該平台之另一創意功能為「系統自動警告」。系統每天 24 小時會即時自動接收患者上傳之呼氣流速資料，存於資料庫中，供醫師以後調閱。但系統接收到任一筆資料後，若該患者之呼氣值異常，則系統會自動發出警告，並自動跳出該患者之 60 天呼氣流速資料及個人資料，主動提醒醫護人員注意該患者，並作適當處置。

例如使用者若是呼氣值比例正常，會顯示圖 28 之畫面；若是呼氣值比例介於 60~80%之間，則系統會自動跳出，顯示圖 29a 之畫面；呼氣值比例低於 60%，則顯示圖 29b 之畫面；則可提醒醫師在遠距端，注意到使用者之不正常情形，並及時與患者連繫，採取必要之措施，以防患者惡化，威脅到生命之安全。

由於要在本研究中，完整的開發一個雲端監控平台，需要有更多關於矩陣和資料結構的電腦知識，因此目前我僅以簡單的方式完成這個「雲端尖峰呼氣流速監控平台」的示意架構，其程序為：

1. 當氣喘患者在「多功能尖峰呼氣流速計」按下上傳鍵後，呼氣流速資料透過手機中 Dropbox 軟體上傳至 Dropbox 雲端之特定資料夾。
2. 呼氣流速資料便留存在雲端之該資料夾中。
3. 在 PC 端由 Dropbox 雲端下載該呼氣流速資料檔。
4. LabVIEW 軟體之「雲端尖峰呼氣流速監控平台」讀進該檔案，讓呼氣流速資料顯示於畫面上。
5. 「雲端尖峰呼氣流速監控平台」畫面上，在呼氣流速資料中，標出 80%及 60%之水平虛線，讓醫師易於判別。
6. 該監控平台亦可自動判別呼氣流速資料，並提出警示。
7. 醫師端便可由該監控平台，快速瞭解氣喘患者之狀況，提供患者適當之用藥或就醫之建議。



圖 28 雲端尖峰呼氣流速監控平台之人機介面



(a)

(b)

圖 29 雲端尖峰呼氣流速監控平台之人機介面

研究五 系統自動校正功能

在設計出多功能尖峰呼氣流速計的使用流程、App 界面和雲端尖峰呼氣流速監控平台後，我考量到每個使用者的智慧型手機都不相同，重量和重心也不一樣，而不同型號的手機內建的感測器可能也會有些許的差異，這些因素都會使不同支智慧型手機在尖峰流速相同時，測量到呈現出的尖峰流速數值有所差異。除了造成 App 程式的共用普遍性不好外，若有人使用和平常不同的手機來測量的尖峰流速，這個尖峰流速值將沒辦法和平時的尖峰流速值一起評估，會造成呼氣狀況的紀錄不完整。

為了避免這種狀況發生，在研究中我發展出智慧型手機的自動校正功能。我的構想是：

- (1) 一開始要先以一支智慧型手機為標準系統，將手機的下端往上拉 30 度，再放開它使之自由擺動，而此擺動過程中的最大角速度向量和即為標準值。
- (2) 使用者可使用任一手機，裝好掛架，在第一次開啟該 App 要使用程式時，先進入自動校正模式。
- (3) App 中會給予指示，告訴使用者自動校正的程序：
 - (a) 先把智慧型手機下端往上拉 30 度
 - (b) 再放開手機使之自由擺動。
- (4) 手機會將此擺動過程中的最大角速度向量和與標準系統的標準值比較，並得出兩數值間的關係和比值，往後測量到的尖峰流速數值都要乘上此固定的比值，換算成標準的尖峰流速數值。

如此一來，當使用者第一次使用 App 時，手機會自動進行尖峰流速的校正，確保每一支智慧型手機測量到的尖峰流速數值是相同的，使尖峰流速記錄表不會產生斷層；而該 App 也能廣泛的被任一品牌、機型的手機使用。

肆、結論

- 一、本研究進行多功能尖峰流速計的製作，包括掛架的設計與製作、智慧型手機內建感測器之測試與選配、量測邏輯之建立、App 程式的撰寫、雲端氣喘照護系統的建置及系統的自動校正，使氣喘者可以使用智慧型手機測量尖峰流速，並方便隨身攜帶。
- 二、本研究設計製作了第一代到第五代的掛架，並不斷改良，增進其實用性及美觀程度，研究中並使用到 3D print 的技術以改良掛架，掛架質輕堅固，並可依各人喜好自己設定顏色。
- 三、研究中用自己撰寫的測試 App 測量了三種智慧型手機內建感測器，共十二種物理量之後，選擇使用陀螺儀向量和作為判斷尖峰呼氣流速的指標。
- 四、研究中，撰寫 Android App 程式來完成多功能尖峰流速計的 App 之應有功能，使多功能尖峰流速計擁有「量測尖峰呼氣流速」、「自動記錄流速值」、「60 天歷程圖表」、「自動分析判斷目前的呼吸功能狀態」、「自動提醒適當的處理步驟或該使用的藥物」、「自動撥接醫師電話」、「資料上傳雲端」、及「自動校正之功能」。
- 五、研究中建立「雲端尖峰呼氣流速監控平台」，可供醫師遠距瞭解氣喘患者之狀況，使氣喘患者的健康多了一層保障。
- 六、研究中發展出手機自動校正的功能，讓使用者在手機上透過 App 進行簡單即時調校，在各種廠牌型號上的智慧型手機都可以使用這個「多功能尖峰流速計 App」，以利多功能尖峰流速計之推廣。
- 七、未來希望能推廣此「多功能尖峰流速計 App」及掛架，讓更多氣喘患者使用；作法包括 (1) 將 App 及掛架之電腦繪圖檔放在雲端，免費讓氣喘患者自行下載並 3D 列印掛架後使用；(2) 建置完整的「雲端尖峰呼氣流速監控平台」。我個人會在未來上大學後，充實自己的電腦程式能力，改善「多功能尖峰流速計 App」和監控平台，也希望能籌募到經費或得到基金會贊助，也希望能有程式高手加入一起共同努力，早日將這個研究成果完整建置，幫忙保護氣喘者的健康與安全。

伍、參考資料

- [1] Intel Atom Android (2013). 平板電腦感應器指南. Retrieved October 18, 2013, from <http://software.intel.com/sites/landingpage/tw/software-developers-guide-for-sensors-on-intel-atom-based-android-tablets.php>
- [2] 鄭緯筌 (2012)。IDC：台灣智慧型手機市佔率達七成以上。數位時代網站，Dec.1, 2012
- [3] The Breathometer Will Ensure You Don't Drive While Drunk (2013). Retrieved November 12, 2013, from <http://techcrunch.com/2013/04/05/breathometer/>
- [4] Larson (2012). SpiroSmart_Using a Microphone to Measure Lung Function on a Mobile Phone.
- [5] Su, Y. T., Lin, C. W. (2011). Developing a Smartphone-based Peak Flow Meter. *AMIA Proceedings*