

# 中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學(二)科

佳作

082922

守護食品賞味期～RFID 智慧標籤

學校名稱：臺中市北屯區新興國民小學

作者：	指導老師：
小五 吳梵琦	詹聖惠
小五 吳安晴	顏舜志
小五 胡時晴	
小五 周晏晞	
小五 陳巧芸	
小五 陳昭瑜	

關鍵詞：RFID 智慧標籤、導電量、Webduino 物聯網

## 壹.摘要：

本研究自製電解質電子標籤，結合物聯網(IoT)溫溼度及RFID傳感設備，以食品包裝內溼度與導電量變化及無線射頻辨識技術，進行食品最佳賞味期的判別。**研究發現：食鹽電解質溶液導電佳，一般濾紙載體導電效果優，廚房紙巾載體電流傳導時間短，皆可作為電解質載體。電解質濃度越高，溶液或載體的導電量越高。電解質電子標籤受潮時間越長，水分越高，導電量越高，受潮一段時間後可以干擾RFID傳感器運作。廚房紙巾RFID智慧標籤干擾速度優於一般濾紙，保鮮盒包裝優於夾鏈袋包裝。導電量在明顯的受潮反應後逐漸平緩，一般濾紙RFID智慧標籤高於廚房紙巾，大尺寸包裝高於小尺寸包裝。運用自製之RFID智慧標籤及撰寫商品結帳程式可以守護食品賞味期，保障消費者權益。**

## 貳.研究動機：

我們購買食品時，常依賴觀看食品包裝上的有效期限來掌握食品新鮮度，但這些食品可能因為運送途中的包裝破損而產生質變。目前，新的食品包裝與標籤技術正在發展中，如果能夠運用科學方法及新科技來管理並判別，更能確保食品的賞味期限。五年級上創客課程時，我們利用Webduino開發板及一些感測器，學習程式的撰寫及應用，發現原來可以用這麼聰明的方式讓生活更便利。於是，我們開始思考是否也能用這些開發板或感測器檢視食品的新鮮度呢？根據參考文獻得知：食品受潮後，溼度產生變化會影響導電量，進而干擾感測器的效能，也因此有了自製食品電子智慧標籤的想法。所以，我們決定利用Webduino物聯網的RFID傳感器，與自製的智慧標籤來找出可以迅速了解食品最佳賞味期的簡易方法，並在購買時就能刷卡直接判別，讓消費者經由購買刷卡的過程中即可了解食品的保鮮狀況，避免買到因包裝破損或已超過保存期限的食品，讓食品的賞味期更加透明。

## 參.研究目的：

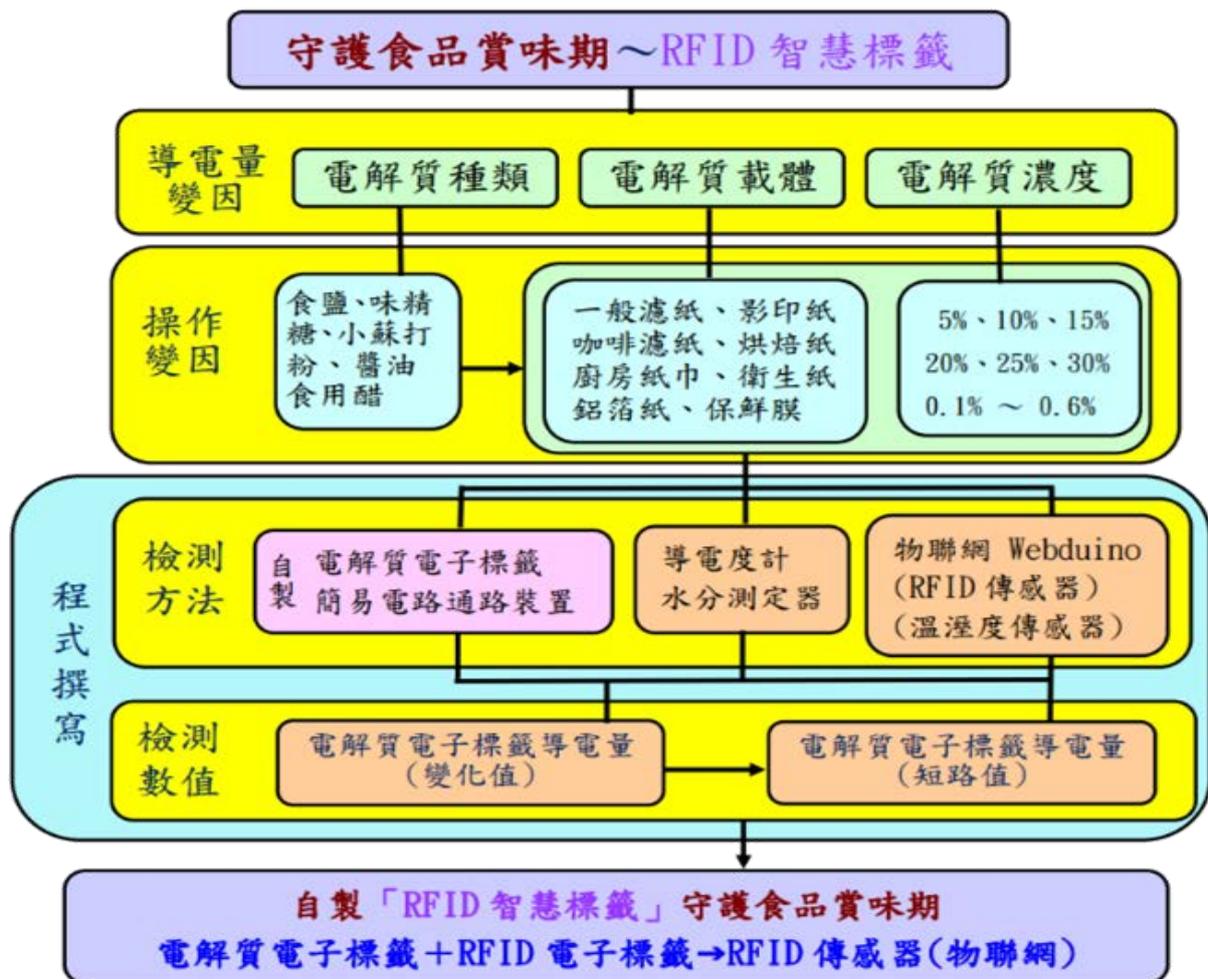
- 一、探討「**電解質種類**」與「**在水溶液中產生自由離子而導電**」的關係。
- 二、探討「**電解質載體**」對於「**導電量**」的影響。
- 三、探討「**電解質濃度**」對於「**導電量**」的影響。
- 四、探討自製「**電解質電子標籤**」的**水分含量**與「**導電量**」的關係。
- 五、探討自製「**電解質電子標籤導電量**」與「**Webduino—RFID 傳感器**」的關係。
- 六、探討自製「**RFID 智慧標籤**」守護食品賞味期的**可行性**。

## 肆.研究設備及器材：

食鹽、味精、糖、小蘇打粉、醬油、食用醋、一般濾紙、影印紙、咖啡濾紙、烘焙紙、廚房紙巾、衛生紙、鋁箔紙、市售保鮮膜、電子秤、手機照相機、平板電腦、導電度計、電池及電池盒、鱷魚夾、三用電表、紙張水分測定器、吹風機、塑膠保鮮盒及夾鏈袋(XS、S、M、L)、Webduino Smart板(物聯網開發板)、RFID感測器、溫溼度感測器、塑膠滴管、燒杯(50mL)(150mL)(250mL)、量筒(50mL)(10mL)、鑷子、玻棒、試管、定量噴霧器、手提電腦、WORD及EXCEL軟體。



## 研究架構圖：



## 伍.研究過程、結果及討論：

### 文獻探討：

近年來，食品標籤生產和使用正逐漸發生變化，標籤的未來，已非印刷內容和外觀，而是日益智慧化的標籤。目前，智慧標籤不僅可包含產品資訊，而且還具有感測器、微晶片和圖像辨識等功能。消費者只要留意標籤就能知道食品的新鮮情形，以更科學的方式協助掌握食品新鮮度。

RFID(無線射頻辨識)為 Radio Frequency Identification 的縮寫，主要是透過無線通訊技術將電子標籤(Tag)內晶片中的數位資料，以非接觸的通訊方式傳送到讀取器(Reader)中，讀取器再將擷取、辨識的電子標籤資料傳送給後端電腦應用系統，以便進一步處理、使用或加值運用這些資料。所以它的系統架構包含電子標籤、讀取器與電腦應用系統三大部分。RFID 其實早就以各種面貌在我們生活中出現，捷運及公車的悠遊卡、社區門禁管制系統的感應卡、賣場及書店門口的防竊系統、汽機車的晶片鑰匙都是 RFID 的應用。英國倫敦帝國理工學院團隊製作一種稱為「紙基電子氣體傳感器」(PEGS)的標籤。主要由纖維素紙製成，上面印有導電碳—墨電極。當把它添加到一次性感應晶片，然後再放進食物包裝，標籤的紙纖維就能吸收食物釋放的水蒸氣，如果水蒸氣裡有食物腐敗產生的水溶性氣體，如氨、三甲胺、二氧化碳等，紙張的電導率就會增加。電極之間傳輸到感應晶片的功率量就減少，當到臨界值，晶片就會停止工作。只要用手機 APP 掃描，就能透過應用程式立刻知道晶片是否繼續工作。

物聯網(IoT, Internet of Things)是將各種具裝置感測設備的物品，例如：RFID、環境感測器、GPS 等，利用網路結合，讓所有物體與網路連接在一起，讓未來朝向一切事物智慧化，涵蓋內容、服務與管理三個面向。而 IoT 概念在於物體可相互溝通，皆可上網與智慧裝置連接，實現人與物品、物品與物品之間的溝通，進而方便物品識別和管理，使物品生命週期的各過程更透明化，實現物品可自動識別與資訊互聯共享，廣泛應用於各領域。

本研究專題嘗試自製電解質電子標籤，與物聯網(IoT)的溫溼度及 RFID 傳感設備結合，進行食品保存資料的分析管理，並以食品包裝內的溼度與導電量的變化，運用目前日益發展且應用普及的無線射頻辨識技術，進行食品最佳賞味期的立即判別。

物聯網及智慧標籤的普遍運用已是全球共識，本研究搜集有關於物聯網及智慧標籤的科學展覽研究，歸納統整如下表：

科展歷屆研究作品	研究內容
表面磨損之自動警告系統(2012)	在物件之表面下特定深度埋設有被動式無線射頻識別標籤，該標籤外層覆有一層隔離層可隔絕該射頻資料讀取器之電磁波。即時有效的偵測到車胎之過度磨損，保障行車安全。
智慧生活從「LINE」開始雲端居家管理「機器人」(2018)	使用 Webduino 與悠遊卡套件開發出的門禁系統，讓你在家工作也能清楚了解家中狀況，使用 LINE 機器人控制智慧家電，只要打開手機，跟 LINE 機器人對話，就能操作家電！
機不可失—建構教學用平板電腦推車之借還平台(2020)	利用 Webduino、Arduino 開發板，藉由網路連動 Firebase 資料庫，使用悠遊卡註冊、借車、歸還的系統，將停靠站放置各個樓層，有需要時可隨時去借還。
「視」時不惑--以 IoT 顛覆視檢之探討(2020)	撰寫 APP 檢核程式安裝教室聯網電視做為出題顯示幕，並製作無線手持遮眼面具取代傳統遮眼棒，受檢結果運用物聯網技術傳送 Google 試算表，取代傳統紙本記錄方式，找尋最佳解決傳統視力檢查方式。
見「色」思「期」—建立擴增實境(AR)顏色標籤—利用常見指示劑變色製作複合資訊標籤之可行性研究(2021)	利用日常生活常見指示劑，透過控制變色條件，建構隨時間、溫度變色的變色標籤並結合手機擴增實境 APP，增加使用者方便性。建立提供複合資訊的變色標籤，包括：冷藏食品標籤、冷鏈監測標籤、常溫監測標籤等三種標籤，透過連結手機擴增實境 APP 隨時了解變色標籤顏色所代表的訊息。

## 一、探討「電解質種類」與「在水溶液中產生自由離子而導電」的關係

**(一)想法：**我們想知道廚房中常用調味料之水溶液是否可以導電？導電狀況又是如何？

了解不同的電解質種類，在水中產生離子而導電的狀況。

**(二)方法：**

- (1)分別秤取 0.5 g 食鹽、砂糖、味精、小蘇打粉倒入燒杯，加水稀釋至 50mL 攪拌均勻
- (2)分別量取 0.5mL 醬油及食用醋倒入燒杯中，加水稀釋至 50mL 攪拌均勻。
- (3)使用導電度計測量導電度並記錄。
- (4)重複(1)~(3)步驟。

### (三)結果：

控制變因：電解質濃度(0.5g/50mL、0.5mL/50mL)、導電度計。

操作變因：電解質種類(食鹽、砂糖、味精、小蘇打粉、醬油、食用醋)

應變變因：導電度( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )



表1 不同電解質種類在水中產生離子導電的狀況

電解質種類	導電度( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )			
	重複 1	重複 2	重複 3	平均值
食鹽	12650	12680	12660	12663
砂糖	330	330	330	330
味精	5570	5520	5470	5520
小蘇打粉	7540	7440	7470	7483
醬油	5580	5520	5850	5650
醋	1060	1060	1020	1047

### (四)發現：

- (1)由表 1 及圖 1 發現導電度最高為食鹽溶液  $12663\mu\text{s}/\text{cm}$ ，其次為小蘇打粉溶液  $7483\mu\text{s}/\text{cm}$ ，再其次為醬油  $5650\mu\text{s}/\text{cm}$  及味精  $5520\mu\text{s}/\text{cm}$ ，導電度最低為砂糖  $330\mu\text{s}/\text{cm}$ 。
- (2)由圖 1 發現食鹽溶液導電度跟其他溶液之差異大，與砂糖溶液相差  $12333\mu\text{s}/\text{cm}$ ，差異最大，與小蘇打粉溶液相差  $5180\mu\text{s}/\text{cm}$ ，差異最小。
- (3)由圖 1 發現醬油及味精的導電度差異小，二者導電程度相似。

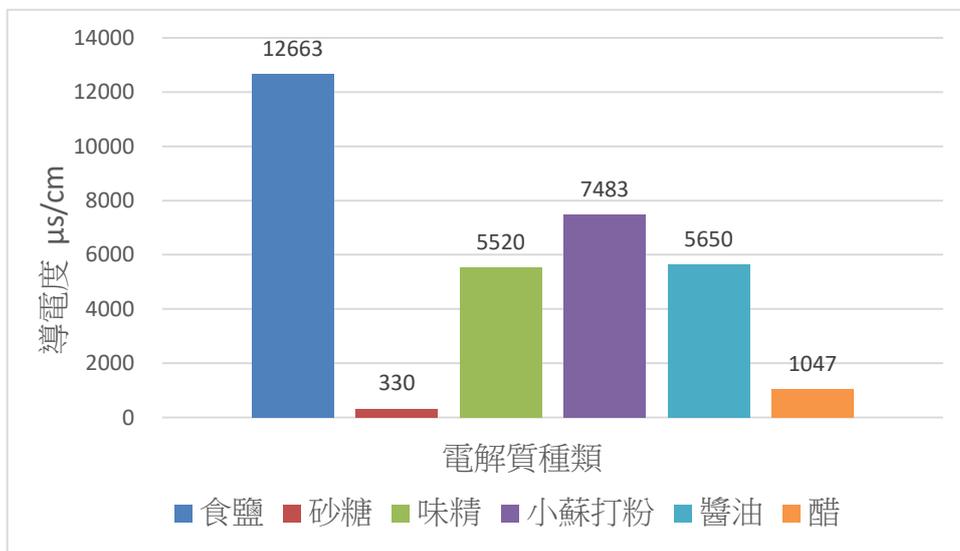


圖 1 電解質種類與導電度的關係

## (五)討論：

- (1)因為食鹽含有氯離子及鈉離子，在水溶液中導電狀況明顯，是最好的導電物。
- (2)因為砂糖溶液不會解離出可以帶電的離子，所以導電度最低，且跟其他溶液差異大，不是好的導電物。
- (3)小蘇打粉、醬油及味精因內含電解質可以導電，導電狀況差異不大。

## 二、探討「電解質載體」對於「導電量」的影響

(一)想法：找出導電狀況最好的食鹽水電解質之後，我們想了解不同載體進行離子傳輸的差異，找出傳輸狀況佳導電效果好的電解質載體，所以進行以下的研究。

### (二)方法：

- (1)將一般濾紙、影印紙、咖啡濾紙、烘焙紙、廚房紙巾、衛生紙、鋁箔紙及保鮮膜分別裁切成若干個 3cm×3cm 的正方形備用。
- (2)秤取 5 g 食鹽加水稀釋至 50mL，配置成 100000ppm(10%)之食鹽溶液備用。
- (3)秤取 0.5 g 食鹽加水稀釋至 50mL，配置成 10000ppm(1%)之食鹽溶液備用。
- (4)將三用電表、包含二顆電池的電池盒及二條鱷魚夾，製作一簡易電路通路裝置，固定在木板上備用。
- (5)以鑷子夾取(1)裁切好的八種載體各三張，將其充分浸泡在(2)食鹽溶液一分鐘，再以吹風機吹乾，使其達到乾燥狀態備用。
- (6)以鑷子夾取(1)裁切好的八種載體各三張，將其充分浸泡在(3)食鹽溶液一分鐘，再以吹風機吹乾，使其達到乾燥狀態備用。
- (7)使用(4)之簡易電路通路裝置分別檢測(5)(6)載體乾燥時的導電量(安培 mA)並記錄。
- (8)以滴管吸取自來水，滴 1 滴水(0.05mL)於乾燥載體上直到載體潮濕於二電極之間，記錄傳導時間及導電量(安培 mA)。
- (9)重複(7)(8)步驟，直至完成 48 張載體導電量(安培 mA)之檢測。



### (三)結果：

控制變因：3cm×3cm 的正方形載體、簡易電路通路裝置、載體浸泡 1 分鐘後吹乾、滴水量 1 滴(0.05mL)。

操作變因：八種電解質載體、食鹽溶液濃度(10000ppm(1%)、100000ppm(10%))。

應變變因：導電量(毫安培 mA)、傳導時間(sec)。

表 2 電解質載體導電狀況 (重複三次平均值)

電解質載體	食鹽溶液(10000ppm)			乾溼導電量差異	食鹽溶液(100000ppm)			乾溼導電量差異
	導電量(毫安培 mA)		傳導時間(sec)		導電量(毫安培 mA)		傳導時間(sec)	
	乾燥	潮濕			乾燥	潮濕		
一般濾紙	0.00	0.20	18.67	0.20	0.00	1.02	17.67	1.02
影印紙	0.00	0.12	79.00	0.12	0.00	0.72	77.33	0.72
咖啡濾紙	0.00	0.12	93.00	0.12	0.00	0.73	89.67	0.73
烘焙紙	0.00	0.09	162.67	0.09	0.00	0.72	174.33	0.72
廚房紙巾	0.00	0.26	7.00	0.26	0.00	0.76	6.00	0.76
衛生紙	0.00	0.18	2.00	0.18	0.00	0.61	2.00	0.61
鋁箔紙	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
保鮮膜	0.00	0.06	25.33	0.06	0.00	0.10	21.67	0.10

**(四)發現：**

- (1)由表 2 及圖 2-1 發現乾燥及潮溼的鋁箔紙導電量已經超過儀器設定之偵測範圍且沒有任何變化。
- (2)由表 2 及圖 2-1 發現在食鹽溶液 10000ppm 及 100000ppm 時，乾燥載體導電量皆為 0.00(毫安培 mA)。
- (3)由表 2 及圖 2-1 發現在食鹽溶液 10000ppm 時，潮濕載體除鋁箔紙外，導電量最高者是廚房紙巾 0.26(毫安培 mA)，其次為一般濾紙 0.20(毫安培 mA)，再其次為衛生紙 0.18(毫安培 mA)。食鹽溶液 100000ppm 時，潮濕載體除鋁箔紙外，導電量最高者是一般濾紙 1.02(毫安培 mA)，其次為廚房紙巾 0.76(毫安培 mA)，再其次為咖啡濾紙 0.73(毫安培 mA)。
- (4)由表 2 及圖 2-2 發現在食鹽溶液 10000ppm 時，載體傳導時間除鋁箔紙外，傳導時間最短者是衛生紙 2sec，其次為廚房紙巾 7sec，再其次為一般濾紙 18.67sec。食鹽溶液 100000ppm 時，載體傳導時間除鋁箔紙外，傳導時間最短者是衛生紙 2sec，其次為廚房紙巾 6sec，再其次為一般濾紙 17.67sec。

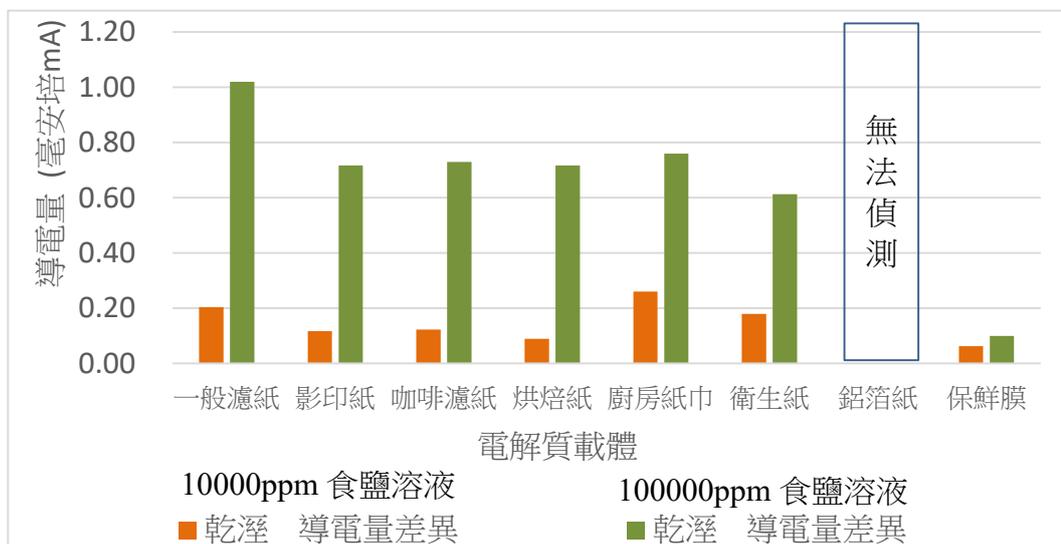


圖 2-1 電解質載體與導電量之關係

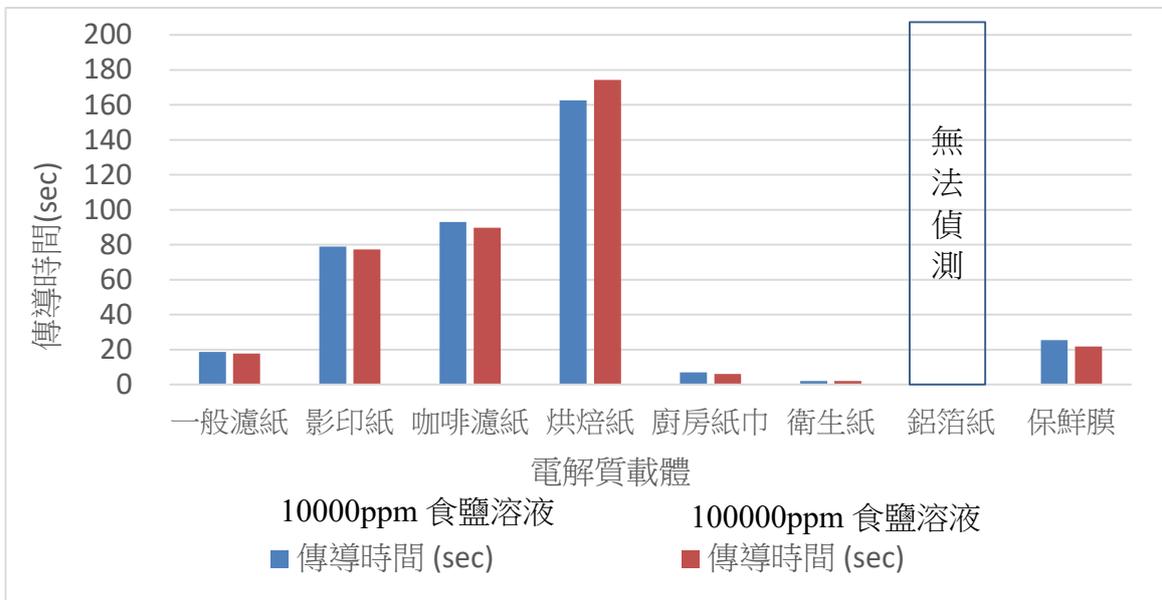


圖 2-2 電解質載體與電流傳導時間之關係

### (五)討論：

- (1)由於**鋁箔紙屬導電體**，所以不管乾燥還是潮溼，導電量已經超過設定的偵測範圍，傳導時間為 0sec，無須傳導即可導電，無法呈現導電量變化，**不適合作為電解質載體**。
- (2)二種不同食鹽濃度，乾燥載體的導電率皆為 0.00，這是因為**乾燥狀態下，食鹽為固體，不具導電性，所以無法導電**。
- (3)二種不同食鹽濃度，載體傳導時間從短時間到長時間依序為衛生紙、廚房紙巾及一般濾紙。這是因為衛生紙的毛細現象最明顯，其次為廚房紙巾及一般濾紙。
- (4)因為電解質濃度會影響導電量，電解質載體不管是乾燥還是潮濕，食鹽溶液濃度高，導電量較高，電流傳導時間則無明顯差異。
- (5)根據實驗結果，二種不同食鹽濃度，**一般濾紙及廚房紙巾乾溼導電量差異最高，明顯高於其他載體；載體傳導時間則是衛生紙、廚房紙巾及一般濾紙，明顯低於其他載體**。所以製作電解質電子標籤，**一般濾紙及廚房紙巾二者適合作為電解質載體**。以下實驗將使用此二種電解質載體來進行。

## 三、探討「電解質濃度」對於「導電量」的影響

(一)想法：找到導電量及傳導狀況佳的電解質載體之後，我們想從電解質溶液及電解質載體二方面去了解電解質濃度對於導電量的影響，於是進行以下的研究。

### (二)方法：

- (1)分別秤取食鹽5g、10g、15g、20g、25g、30g於燒杯中，加水稀釋至100mL，攪拌至完全溶解，配置成 5%、10%、15%、20%、25%、30%的食鹽溶液備用。
- (2)分別量取(1)之各濃度食鹽溶液 1mL，加水稀釋至 50mL，配置成 0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%的食鹽溶液備用。
- (3)使用導電計測量(2)之各濃度食鹽溶液之導電度並記錄。
- (4)重複(2)(3)步驟三次。
- (5)分別將一般濾紙及廚房紙巾裁切成若干個 3cm×3cm 的正方形載體，以鑷子各夾取

三張，分別充分浸泡在(1) 5%、10%、15%、20%、25%、30%的食鹽溶液一分鐘，再以吹風機吹乾，使其達到乾燥狀態備用。

(6)將三用電表、包含二顆電池的電池盒及二條鱷魚夾，製作一簡易電路通路裝置，固定在木板上備用。

(7)使用(6)之簡易電路通路裝置分別檢測(5)之各濃度載體乾燥的導電量(安培 mA)並記錄。以滴管吸取自來水，滴 1 滴水(0.05mL)於乾燥載體上直到載體潮濕於二電極之間，記錄導電量(安培 mA)。

(8)重複(7)步驟三次。



### (三)結果：

控制變因：食鹽電解質、導電度計、3cm×3cm 的正方形載體、簡易電路通路裝置、載體浸泡 1 分鐘後吹乾、滴水量(0.05mL)。

操作變因：0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、5%、10%、15%、20%、25%、30%食鹽電解質濃度。

應變變因：導電度( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )、導電量(毫安培 mA)。

表 3-1 不同濃度電解質溶液之導電度

電解質濃度 (%)	導電度( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )			
	重複 1	重複 2	重複 3	平均值
0.1	1640	1650	1620	1637
0.2	2570	2550	2590	2570
0.3	4960	5080	5140	5060
0.4	6250	6310	6240	6267
0.5	6720	6650	6730	6700
0.6	7910	7870	7820	7867

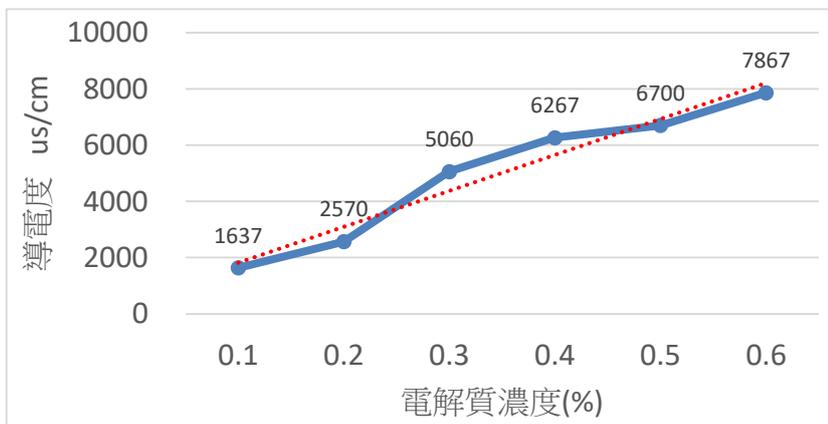


圖 3-1 電解質溶液濃度與導電度的關係

### (四)發現：

(1)由表 3-1 及圖 3-1 發現電解質濃度 0.6% 時，導電度 7867 $\mu\text{s}/\text{cm}$  最高，其次為 0.5% 6700 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，再其次為 0.4% 6267 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，電解質濃度 0.1% 時，導電度 1637 $\mu\text{s}/\text{cm}$  最低。

(2)由表 3-2 及圖 3-2 發現電解質濃度 30% 時，一般濾紙載體導電量 1.15 毫安培 mA 最高，其次為 25% 0.85 毫安培 mA，再其次為 20% 0.76 毫安培 mA，電解質濃度 5% 時，載體導電量 0.24 毫安培 mA 最低。

(3)由表 3-3 及圖 3-2 發現電解質濃度 30%時，廚房紙巾載體導電量 1.43 毫安培 mA 最高，其次為 25% 1.34 毫安培 mA，再其次為 20% 1.10 毫安培 mA，電解質濃度 5%時，載體導電量 0.45 毫安培 mA 最低。

表 3-2 不同濃度電解質之載體(一般濾紙)導電量

電解質濃度 (%)	載體(一般濾紙)導電量(毫安培 mA)									平均值
	重複 1			重複 2			重複 3			
	乾燥	潮濕	乾溼差異	乾燥	潮濕	乾溼差異	乾燥	潮濕	乾溼差異	
5	0.00	0.25	0.25	0.00	0.26	0.26	0.00	0.22	0.22	0.24
10	0.00	0.46	0.46	0.00	0.42	0.42	0.00	0.48	0.48	0.45
15	0.00	0.66	0.66	0.00	0.69	0.69	0.00	0.62	0.62	0.66
20	0.00	0.76	0.76	0.00	0.78	0.78	0.00	0.73	0.73	0.76
25	0.00	0.81	0.81	0.00	0.85	0.85	0.00	0.88	0.88	0.85
30	0.00	1.19	1.19	0.00	1.15	1.15	0.00	1.12	1.12	1.15

表 3-3 不同濃度電解質之載體(廚房紙巾)導電量

電解質濃度 (%)	載體(廚房紙巾)導電量(安培 mA)									平均值
	重複 1			重複 2			重複 3			
	乾燥	潮濕	乾溼差異	乾燥	潮濕	乾溼差異	乾燥	潮濕	乾溼差異	
5	0.00	0.45	0.45	0.00	0.43	0.43	0.00	0.47	0.47	0.45
10	0.00	0.61	0.61	0.00	0.67	0.67	0.00	0.65	0.65	0.64
15	0.00	0.85	0.85	0.00	0.89	0.89	0.00	0.82	0.82	0.85
20	0.00	1.13	1.13	0.00	1.10	1.10	0.00	1.06	1.06	1.10
25	0.00	1.36	1.36	0.00	1.32	1.32	0.00	1.33	1.33	1.34
30	0.00	1.43	1.43	0.00	1.47	1.47	0.00	1.40	1.40	1.43

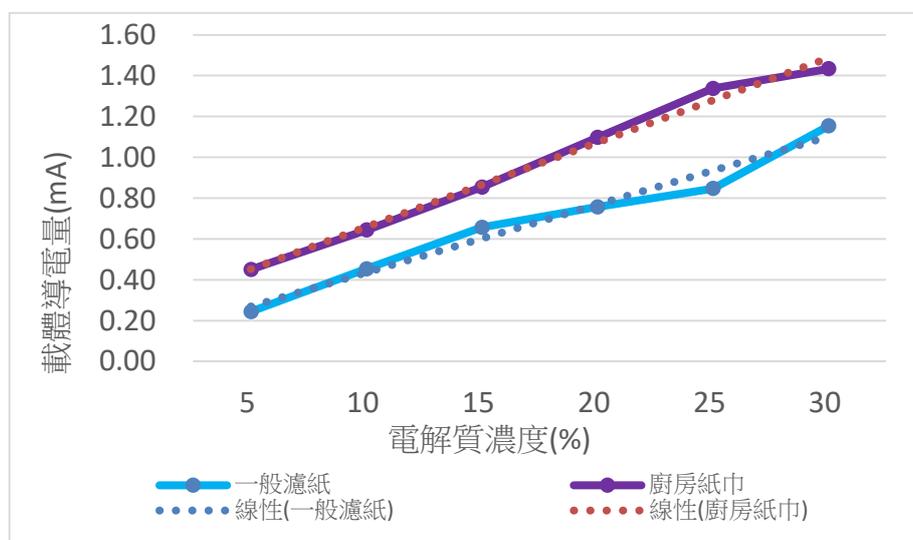


圖 3-2 電解質濃度與載體導電量的關係

### (五)討論：

- (1)由於配置食鹽水溶液時，必須考慮導電度計的偵測範圍為 0~19990 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ，所以配置濃度 0.1%~0.6%。
- (2)電解質溶液導電度( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )：0.6%>0.5%>0.4%>0.3%>0.2%>0.1%。載體電解質導電量(毫安培 mA)：30%>25%>20%>15%>10%>5%。因為電解質濃度增加，所以電解質溶液導電度及載體電解質導電量增加，電解質載體與濃度的關係跟電解質溶液與濃度的關係相符合。
- (3)廚房紙巾載體的導電量高於一般濾紙載體，推論是因為廚房紙巾吸水狀況優於一般濾紙。
- (4)根據實驗結果：電解質濃度越高，電解質溶液或電解質載體的導電量越高。

## 四、探討自製「電解質電子標籤」的水分含量與「導電量」的關係

(一).想法：我們想知道以濃度 30%食鹽溶液自製一般濾紙及廚房紙巾的「電解質電子標籤」，受潮之後的水分含量多寡，對於導電量的影響，以便於藉此了解其在食品包裝中因破損而受潮後的導電量變化，於是進行以下的研究。

### (二)方法：

- (1)分別以鑷子夾取 7 張自製的二種「電解質電子標籤」置於自製定量噴霧架上(噴霧出口至傳感器距離 36cm)。
- (2)使用計時器及噴霧器分別噴霧 0 秒、2 秒、4 秒、6 秒、8 秒、10 秒、12 秒。
- (3)分別將電解質電子標籤置於桌面，將 5cm $\times$ 5cm 衛生紙張置於電解質電子標籤上方，以紙鎮壓下吸取水分 30sec。吸水後的衛生紙平鋪於桌面，運用水分含量偵測器測量並紀錄。將測量數值除以 40%，校正測量範圍為 0%~100%。
- (4)使用自製簡易電路通路裝置測量電解質電子標籤的導電量(毫安培 mA) 並紀錄。
- (5)重複(1)~ (3)步驟三次取平均值。

### (三)結果：

控制變因：電解質電子標籤(一般濾紙及廚房紙巾)、定量噴霧器、噴霧位置、簡易電路通路裝置、5cm $\times$ 5cm 衛生紙、水分含量偵測器  
操作變因：噴霧時間(水分%) 0 秒、2 秒、4 秒、6 秒、8 秒、10 秒、12 秒。  
應變變因：導電量 (毫安培 mA)。

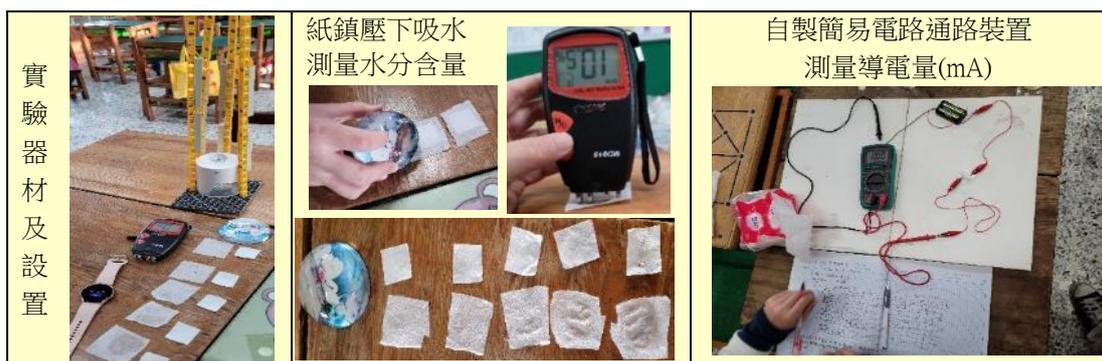


表 4 電解質電子標籤水分含量與導電量關係表

定量噴霧器 噴霧時間 (sec)	電解質 電子標籤 水分(%) (校正後)	一般濾紙載體 導電量(毫安培 mA)				廚房紙巾載體 導電量(毫安培 mA)			
		重複 1	重複 2	重複 3	平均 值	重複 1	重複 2	重複 3	平均 值
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	19	0.05	0.08	0.06	0.06	0.05	0.03	0.06	0.05
4	34	0.77	0.75	0.78	0.77	0.36	0.32	0.38	0.35
6	46	0.85	0.90	0.82	0.86	0.46	0.45	0.48	0.46
8	64	0.97	1.05	1.02	1.01	0.59	0.55	0.58	0.57
10	81	1.56	1.48	1.65	1.56	0.65	0.67	0.62	0.65
12	99	2.10	2.38	2.45	2.31	0.98	1.02	1.08	1.03

**(四)發現：**

- (1)由表 4-1 及圖 4-1 發現一般濾紙載體水分 99%時，導電量 2.31 毫安培 mA 最高，其次為水分 81% 1.56 毫安培 mA，再其次為水分 64% 1.01 毫安培 mA，水分 0% 時，載體導電量 0.00 毫安培 mA 最低，不導電，次低者為水分 19% 0.06 毫安培 mA。
- (2)由表 4-1 及圖 4-1 發現廚房紙巾載體水分 99%時，導電量 1.03 毫安培 mA 最高，其次為水分 81% 0.65 毫安培 mA，再其次為水分 64% 0.57 毫安培 mA，水分 0% 時，載體導電量 0.00 毫安培 mA 最低，不導電，次低者為水分 19% 0.05 毫安培 mA。

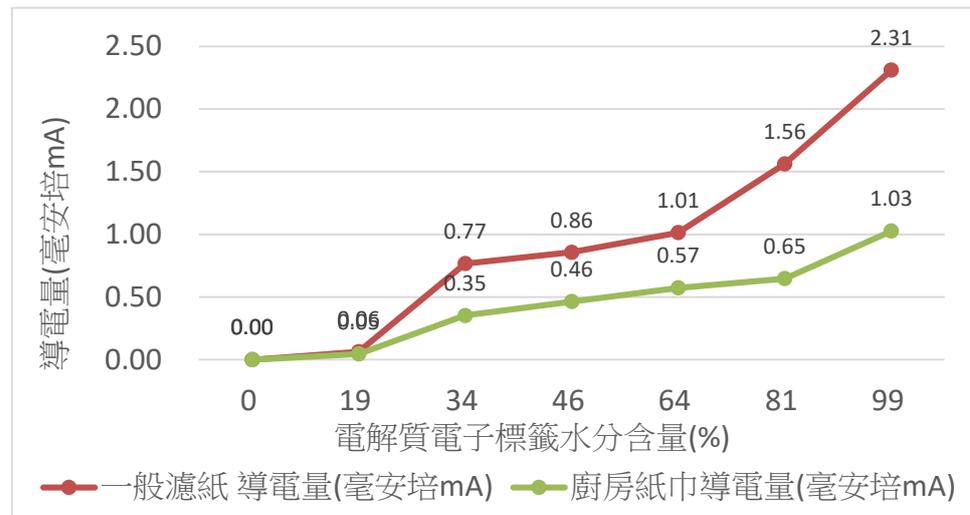


圖 4 「電解質電子標籤」水分含量與「導電量」的關係

**(五)討論：**

- (1)由於水分偵測器的偵測範圍為 0~40%，所以無法直接偵測電解質電子標籤的水分超過 40%。於是，先用衛生紙吸取電解質電子標籤的部分水分，再用偵測器偵測衛生紙的水分，並將所測數值除以 40%校正偵測範圍為 0~100%。
- (2)電解質電子標籤導電量(毫安培 mA)：99%>81%>64%>46%>34%>19%>0%。電解質電子標籤導電量隨著水分含量的增加而增加。
- (3)根據前項研究二之結果顯示：一般濾紙載體的導電量優於廚房紙巾載體。因此，在相同水分含量時，一般濾紙載體的導電量高於廚房紙巾載體。
- (4)根據實驗結果：電解質電子標籤受潮後，水分含量越高，導電量越高。

## 五、探討「電解質電子標籤導電量」與「Webduino—RFID 傳感器」的關係

(一)想法：根據以上實驗結果，我們已經了解自製電解質電子標籤之導電量在不同水分含量下的導電量變化。我們想根據這些結果找出當自製電解質電子標籤受潮之後的導電量變化與 Webduino—RFID 傳感器運作之關係。所以進行以下研究。

### (二)方法：

- (1)以定量噴霧器分別噴霧12秒於三個XS尺寸之保鮮盒及夾鏈袋內。
- (2)將六張「RFID電子標籤」分別貼於三個XS尺寸之保鮮盒及夾鏈袋封蓋口處。
- (3)鑷子夾取自製的一般濾紙及廚房紙巾「電解質電子標籤」各六張，運用簡易電路通路裝置測量導電量（安培mA）紀錄未反應時的傳感器導電量。再分別覆蓋於(2)RFID電子標籤上，以膠帶固定於保鮮盒內。
- (4)運用自編程式分別進行「Webduino—溫溼度傳感器」的感測並記錄。
- (5)運用自編程式分別進行「Webduino—RFID傳感器」的感測並記錄干擾狀況。
- (6)靜置二小時後，運用簡易電路通路裝置測量並紀錄受潮二小時後的電解質電子標籤導電量（毫安培mA）。
- (7)重複(5) (6)步驟直至「Webduino—RFID傳感器」受到干擾無法運作為止。

### (三)結果：

控制變因：電解質電子標籤(一般濾紙及廚房紙巾)、定量噴霧器、噴霧位置、簡易電路通路裝置、噴霧 12 秒、保鮮盒 XS(164×105×58mm)、夾鏈袋 XS(0.04×120×85mm)。

操作變因：受潮時間 2hr~28hr。(間隔 2hr 觀察記錄一次)

應變變因：導電量（毫安培 mA）及 RFID 傳感器干擾運作狀況。

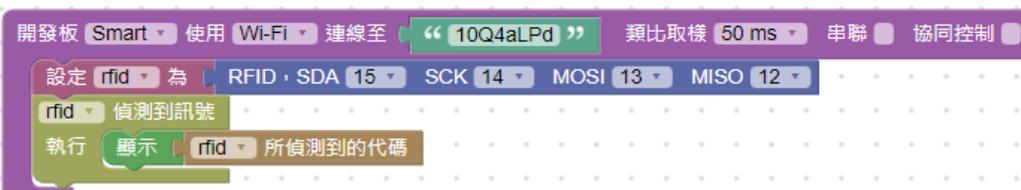
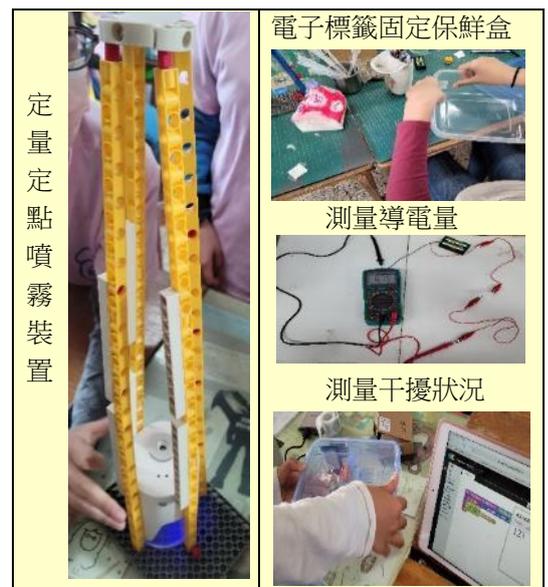


表 5-1 受潮時間與電解質電子標籤導電量、RFID 傳感器運作狀況(保鮮盒)  
(重複三次平均值)

受潮時間 (hr)	一般濾紙					廚房紙巾				
	溫度 °C	濕度 %	標籤導電量 (毫安培 mA)	RFID 傳感器干擾狀況 (○不干擾 X 干擾)	標籤導電量差異	溫度 °C	濕度 %	標籤導電量 (毫安培 mA)	RFID 傳感器干擾狀況 (○不干擾 X 干擾)	標籤導電量差異
0	20	78	0.00	○	0.00	20	77	0.00	○	0.00
2	20	77	0.65	○	0.65	20	77	0.38	○	0.38
4	20	78	1.08	○	0.43	20	78	0.56	○	0.18
6	20	76	1.67	○	0.59	20	77	0.71	○	0.15
8	20	78	2.08	X	0.42	20	77	0.89	X	0.18

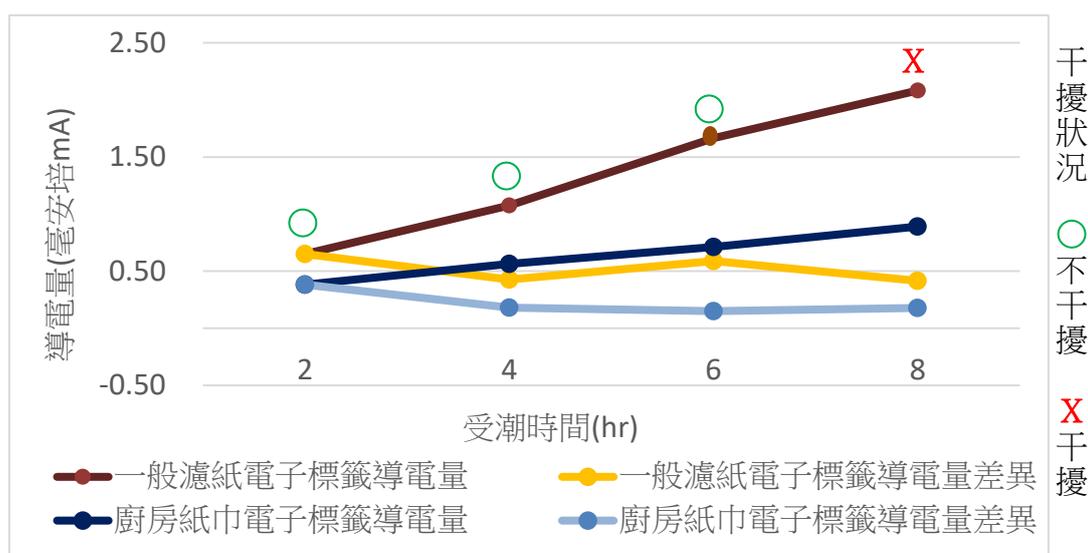


圖 5-1 受潮時間與「電解質電子標籤」導電量、導電差異與 RFID 傳感器運作的關係(保鮮盒)

#### (四)發現：

- (1)由表 5-1 及圖 5-1 發現保鮮盒中一般濾紙之電解質電子標籤受潮 2 小時的導電量 0.65 毫安培 mA，4 小時的導電量 1.08 毫安培 mA，6 小時的導電量 1.67 毫安培 mA，受潮 8 小時後，導電量 2.08 毫安培 mA，干擾 RFID 傳感器的運作。廚房紙巾之電解質電子標籤受潮 2 小時的導電量 0.38 毫安培 mA，4 小時的導電量 0.56 毫安培 mA，6 小時的導電量 0.71 毫安培 mA，受潮 8 小時後，導電量 0.89 毫安培 mA，干擾 RFID 傳感器的運作。
- (2)由表 5-1 及圖 5-1 發現保鮮盒中一般濾紙之電解質電子標籤受潮 2 小時後的導電量差異 0.65 毫安培 mA，廚房紙巾則是 0.38 毫安培 mA，二種電子標籤在 8 小時受潮過程中，差異最大。4 小時、6 小時及 8 小時後的導電量差異變小，變化逐漸平穩。
- (3)由表 5-2 及圖 5-2 發現夾鏈袋中一般濾紙之電解質電子標籤受潮 2 小時的導電量 0.10 毫安培 mA，4 小時的導電量 0.47 毫安培 mA，6 小時的導電量 0.86 毫安培 mA，8 小時的導電量 1.22 毫安培 mA，受潮 28 小時後，導電量 4.13 毫安培 mA，干擾 RFID 傳感器的運作。廚房紙巾之電解質電子標籤受潮 2 小時的導電量 0.05 毫安培 mA，4 小時的導電量 0.38 毫安培 mA，6 小時的導電量 0.87

毫安培 mA，8 小時的導電量 1.43 毫安培 mA，受潮 14 小時後，導電量 2.21 毫安培 mA，干擾 RFID 傳感器的運作。

(4)由表 5-2 及圖 5-2 發現夾鏈袋中一般濾紙之電解質電子標籤在 28 小時受潮過程中，受潮 12 小時後的導電量差異 0.58 毫安培 mA，差異最大；受潮 20 小時後的導電量差異介於 0.17~0.22 毫安培 mA 之間，差異變小。廚房紙巾則在 14 小時受潮過程中，受潮 8 小時後的導電量差異 0.56 毫安培 mA，差異最大；受潮 10 小時後的導電量差異介於 0.22~0.31 毫安培 mA 之間，差異變小。

表 5-2 受潮時間與電解質電子標籤導電量、RFID 傳感器運作狀況(夾鏈袋)  
(重複三次平均值)

受潮時間 (hr)	一般濾紙					廚房紙巾				
	溫度 °C	濕度 %	標籤導電量 (毫安培 mA)	RFID 傳感器干擾狀況 (○不干擾 X 干擾)	標籤導電量差異	溫度 °C	濕度 %	標籤導電量 (毫安培 mA)	RFID 傳感器干擾狀況 (○不干擾 X 干擾)	標籤導電量差異
0	20	78	0.00	○	0.00	20	78	0.00	○	0.00
2	20	77	0.10	○	0.10	20	77	0.05	○	0.05
4	20	78	0.47	○	0.37	20	78	0.38	○	0.34
6	20	76	0.87	○	0.39	20	76	0.86	○	0.49
8	20	77	1.43	○	0.36	20	76	1.22	○	0.56
10	20	78	1.73	○	0.41	20	77	1.63	○	0.31
12	20	77	2.21	○	0.58	20	78	1.98	○	0.25
14	20	76	2.38	○	0.17	20	77	2.21	X	0.22
16	20	77	2.83	○	0.45					
18	20	78	3.18	○	0.35					
20	20	77	3.35	○	0.18					
22	20	76	3.57	○	0.22					
24	20	77	3.75	○	0.17					
26	20	77	3.93	○	0.18					
28	20	78	4.13	X	0.20					

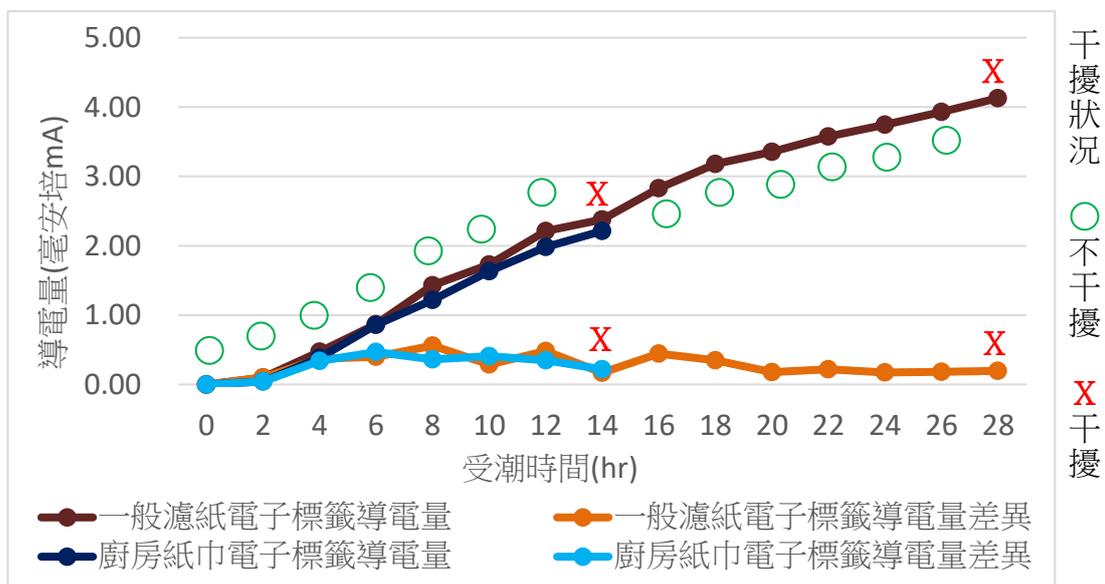


圖 5-2 受潮時間與「電解質電子標籤」導電量、導電差異與 RFID 傳感器運作的關係(夾鏈袋)

## (五)討論：

- (1)保鮮盒中電解質電子標籤受潮之後的導電量：8hr>6hr>4hr>2hr，受潮時間越長，導電量越高。導電受潮後之電解質電子傳感器導電量：一般濾紙 > 廚房紙巾。
- (2)置於保鮮盒中的電解質電子標籤吸收盒內水分，在受潮 8 小時之後，可以干擾 RFID 傳感器的運作。
- (3)夾鏈袋中一般濾紙電解質電子標籤受潮之後的導電量：28hr>24hr>22hr>20hr >18hr>16hr>14hr>12hr>10hr>8hr>6hr>4hr>2hr；廚房紙巾電解質電子標籤受潮之後的導電量：14hr>12hr>10hr>8hr>6hr>4hr>2hr。受潮時間越長，導電量越高。導電受潮後之電解質電子標籤導電量：一般濾紙 > 廚房紙巾。
- (4)置於夾鏈袋中的一般濾紙電解質電子標籤吸收袋內水分，在受潮 28 小時之後，可以干擾 RFID 傳感器的運作。廚房紙巾電解質電子標籤則在受潮 14 小時之後，可以干擾 RFID 傳感器的運作。廚房紙巾電解質電子標籤吸收水分優於一般濾紙電解質電子標籤，因此受潮速度較快，干擾 RFID 傳感器運作所需時間較短。
- (5)根據實驗結果：電解質電子標籤受潮時間越長，導電量越高，越容易對 RFID 傳感器的運作產生干擾。

## 六、探討自製「RFID 智慧標籤」守護食品賞味期的可行性

(一)想法：了解導電量的變化對於 Webduino—RFID 傳感器的干擾狀況之後，我們結合自製「電解質電子標籤」及「RFID 電子標籤」自製「RFID 智慧標籤」置於食品包裝中，以便於了解實際運用的可行性。另外，為了管理方便，我們模擬食品保存狀況撰寫結帳程式，讓刷卡結帳時立即判別食品的保鮮狀況。

### (二)方法：

- (1)以定量噴霧器分別噴霧12秒於保鮮盒：XS(164×105×58mm)、S(180×125×60mm)、M(208×153×70mm)、L(270×215×82mm)及夾鏈袋：XS(0.04×120×85mm)、S(0.04×140×100mm)、M(0.04×170×120mm)、L(0.04×240×170mm)四種尺寸內。
- (2)將「RFID電子標籤」分別貼於(1)之保鮮盒及夾鏈袋封蓋口處。
- (3)鑷子夾取自製的一般濾紙及廚房紙巾「電解質電子標籤」，運用簡易電路通路裝置測量導電量(安培mA)紀錄未受潮時的電子標籤導電量。再分別覆蓋於(2)RFID電子標籤上，製成「RFID智慧標籤」，以膠帶固定於保鮮盒及夾鏈袋內。
- (4)運用自編程式分別進行「Webduino—溫溼度傳感器」的感測並記錄。
- (5)運用自編程式分別進行「Webduino—RFID傳感器」的感測並記錄干擾狀況。
- (6)靜置二小時後，運用簡易電路通路裝置測量並紀錄受潮二小時後的電子標籤導電量(毫安培mA)。
- (7)重複(5)(6)步驟直至「Webduino—RFID傳感器」受到干擾無法運作為止。
- (8)模擬食品保存狀況，撰寫結帳程式並測試。

(三)結果：

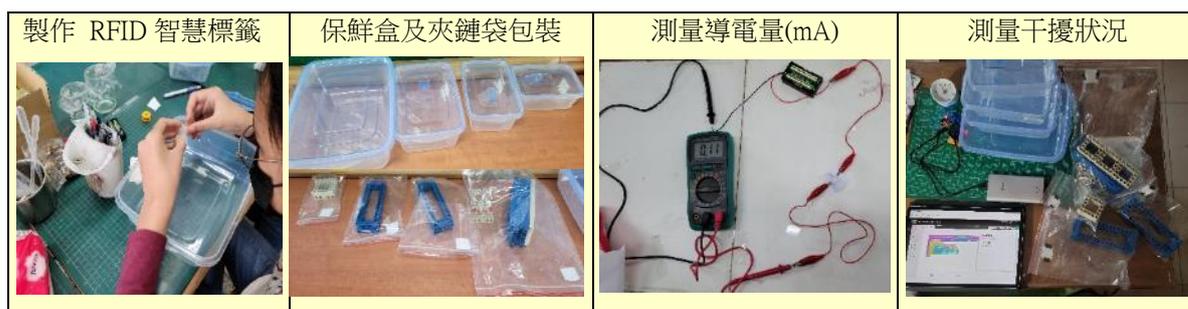


表 6-1 受潮時間與「RFID 智慧標籤」導電量、RFID 傳感器運作狀況(保鮮盒)  
(重複三次平均值)

電解質 電子 標籤	保鮮盒 尺寸 溫度 濕度	RFID 智慧標籤	受潮時間(hr)				
			0	2	4	6	8
一般濾紙	XS 20°C 78%	導電量(mA)	0.00	0.65	1.08	1.67	2.08
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	0.65	0.43	0.59	0.42
	S 20°C 77%	導電量 mA)	0.00	0.85	1.25	1.69	2.13
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○
		導電量差異	0.00	0.85	0.40	0.44	0.44
	M 20°C 76%	導電量(mA)	0.00	1.16	1.77	1.98	2.73
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○
		導電量差異	0.00	1.16	0.61	0.21	0.75
	L 20°C 78%	導電量(mA)	0.00	1.33	2.02	2.64	2.89
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	1.33	0.69	0.62	0.25
廚房紙巾	XS 20°C 77%	導電量(mA)	0.00	1.16	1.69	2.28	2.67
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	1.16	0.54	0.58	0.40
	S 20°C 76%	導電量(mA)	0.00	1.25	1.78	2.35	2.75
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	1.25	0.53	0.57	0.40
	M 20°C 78%	導電量(mA)	0.00	1.37	1.89	2.50	2.79
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	1.37	0.52	0.61	0.29
	L 20°C 78%	導電量(mA)	0.00	1.43	1.96	2.65	3.22
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	1.43	0.53	0.69	0.57

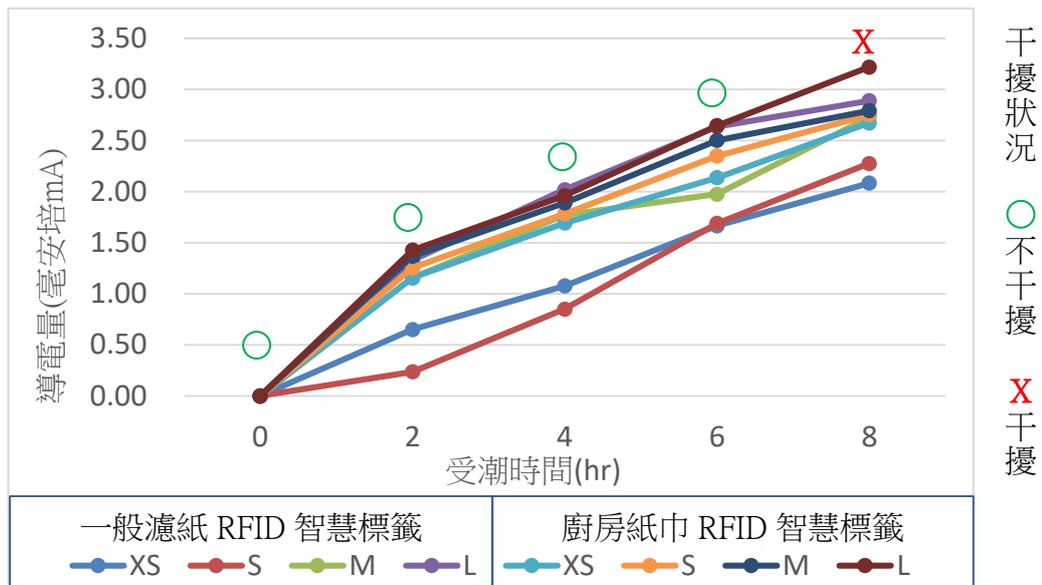


圖 6-1 「RFID 智慧標籤」受潮時間與導電量及正常運作的關係(保鮮盒)

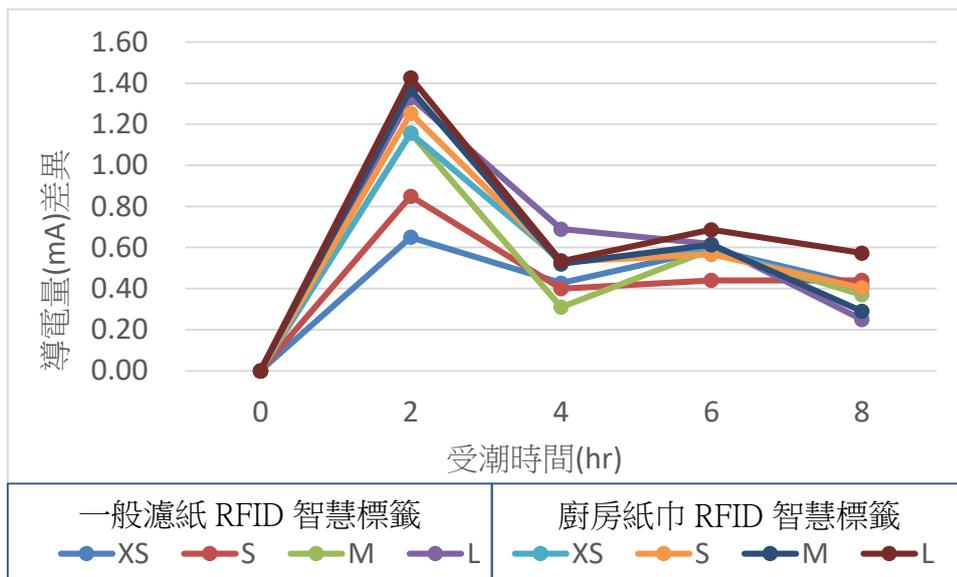


圖 6-2 「RFID 智慧標籤」受潮時間與導電量差異的關係(保鮮盒)

(四)發現：

- (1)由表 6-1 及圖 6-1 發現一般濾紙 RFID 智慧標籤在 XS 保鮮盒中受潮 2 小時的導電量 0.65 毫安培 mA，受潮 8 小時後，導電量 2.08 毫安培 mA；在 S 保鮮盒中受潮 2 小時的導電量 0.85 毫安培 mA，受潮 8 小時後，導電量 2.13 毫安培 mA；在 M 保鮮盒中受潮 2 小時的導電量 1.16 毫安培 mA，受潮 8 小時後，導電量 2.73 毫安培 mA；在 L 保鮮盒中受潮 2 小時的導電量 1.33 毫安培 mA，受潮 8 小時後，導電量 2.89 毫安培 mA。四種尺寸保鮮盒皆在受潮 8 小時之後，干擾 RFID 傳感器的運作。

- (2)由表 6-1 及圖 6-1 發現廚房紙巾 RFID 智慧標籤在 XS 保鮮盒中受潮 2 小時的導電量 1.16 毫安培 mA，受潮 8 小時後，導電量 2.67 毫安培 mA；S 保鮮盒中受潮 2 小時的導電量 1.25 毫安培 mA，受潮 8 小時後，導電量 2.75 毫安培 mA；M 保鮮盒中受潮 2 小時的導電量 1.37 毫安培 mA，受潮 8 小時後，導電量 2.79 毫安培 mA；L 保鮮盒中受潮 2 小時的導電量 1.43 毫安培 mA，受潮 8 小時後，導電量 3.22 毫安培 mA。四種尺寸保鮮盒皆在受潮 8 小時之後，干擾 RFID 傳感器的運作。
- (3)由表 6-1 及圖 6-2 發現在整個受潮過程中，一般濾紙 RFID 智慧標籤在 XS 保鮮盒中受潮 2 小時後的導電量差異 0.65 毫安培 mA，S 保鮮盒中導電量差異 0.85 毫安培 mA，M 保鮮盒中導電量差異 1.16 毫安培 mA，L 保鮮盒中導電量差異 1.33 毫安培 mA，差異最大，接下來的導電量差異變小。
- (4)由表 6-1 及圖 6-2 發現在整個受潮過程中，廚房紙巾 RFID 智慧標籤在 XS 保鮮盒中受潮 2 小時後的導電量差異 1.16 毫安培 mA，S 保鮮盒中導電量差異 1.25 毫安培 mA，M 保鮮盒中導電量差異 1.37 毫安培 mA，L 保鮮盒中導電量差異 1.43 毫安培 mA，差異最大，接下來的導電量差異變小。
- (5)由表 6-2 及圖 6-3 發現一般濾紙 RFID 智慧標籤在 XS 及 L 夾鏈袋中受潮 2 小時後，導電量分別是 0.11 毫安培 mA 及 1.03 毫安培 mA，受潮 28 小時後，干擾 RFID 傳感器的運作，導電量分別是 4.11 毫安培 mA 及 5.25 毫安培 mA。在 S 及 M 夾鏈袋中受潮 2 小時後，導電量分別是 0.09 毫安培 mA 及 0.65 毫安培 mA，受潮 24 小時後，干擾 RFID 傳感器的運作，導電量分別是 4.49 毫安培 mA 及 5.07 毫安培 mA。
- (6)由表 6-2 及圖 6-3 發現廚房紙巾 RFID 智慧標籤在 XS、S 及 L 夾鏈袋中受潮 2 小時的導電量分別是 0.05 毫安培 mA、0.77 毫安培 mA 及 0.53 毫安培 mA，受潮 14 小時後，導電量分別是 2.21 毫安培 mA、2.82 毫安培 mA 及 2.84 毫安培 mA，三種尺寸夾鏈袋皆在受潮 14 小時之後，干擾 RFID 傳感器的運作。M 夾鏈袋中受潮 2 小時的導電量 0.63 毫安培 mA，受潮 10 小時後導電量 2.86 毫安培 mA，干擾 RFID 傳感器的運作。
- (7)由表 6-2 及圖 6-4 發現在整個受潮過程中，一般濾紙 RFID 智慧標籤在 XS 及 S 夾鏈袋中受潮 12 小時後的導電量差異最大，分別是 0.58 毫安培 mA 及 0.86 毫安培 mA，M 夾鏈袋中受潮 6 小時後的導電量差異最大是 0.87 毫安培 mA，L 夾鏈袋中受潮 2 小時後的導電量差異最大是 1.03 毫安培 mA。接下來的導電量差異逐漸變小。
- (8)由表 6-2 及圖 6-4 發現在整個受潮過程中，廚房紙巾 RFID 智慧標籤在 XS 夾鏈袋中受潮 8 小時後的導電量差異最大是 0.56 毫安培 mA；S 夾鏈袋中受潮 2 小時後的導電量差異最大是 0.77 毫安培 mA；M 及 L 夾鏈袋中受潮 6 小時後的導電量差異最大，分別是 0.96 毫安培 mA 及 0.60 毫安培 mA。接下來的導電量差異逐漸變小。
- (9)「RFID 智慧標籤」受潮過程中，「Webduino—溫溼度傳感器」感測包裝內空氣中的溫溼度，溫度介於 19°C~20°C，溼度介於 76%~79%，差異不大。

表 62 受潮時間與「RFID 智慧標籤」導電量、RFID 傳感器運作狀況(夾鏈袋)  
(重複三次平均值)

電解質電子標籤	夾鏈袋尺寸 溫度 濕度	RFID 智慧標籤	受潮時間(hr)															
			0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	
一般濾紙	XS 20°C 77%	導電量(mA)	0.00	0.11	0.49	0.86	1.23	1.63	2.21	2.43	2.87	3.18	3.34	3.57	3.75	3.93	4.11	
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	0.11	0.38	0.37	0.37	0.40	0.58	0.22	0.44	0.31	0.17	0.23	0.17	0.18	0.18	0.18
	S 20°C 78%	導電量(mA)	0.00	0.09	0.54	1.02	1.45	1.66	2.52	2.77	3.02	3.45	3.85	4.22	4.49			
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X			
		導電量差異	0.00	0.09	0.45	0.48	0.43	0.21	0.86	0.25	0.25	0.43	0.40	0.37	0.27			
	M 20°C 77%	導電量(mA)	0.00	0.65	1.06	1.93	2.22	2.71	2.87	3.07	3.56	4.22	4.38	4.82	5.07			
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X			
		導電量差異	0.00	0.65	0.40	0.87	0.30	0.49	0.16	0.20	0.48	0.66	0.16	0.44	0.25			
	L 20°C 78%	導電量(mA)	0.00	1.03	1.59	2.22	2.28	3.03	3.16	3.91	4.05	4.20	4.47	4.61	4.81	5.06	5.25	
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	1.03	0.55	0.64	0.06	0.75	0.12	0.75	0.14	0.15	0.27	0.14	0.20	0.25	0.19	
廚房紙巾	XS 20°C 76%	導電量(mA)	0.00	0.05	0.37	0.87	1.43	1.72	1.99	2.21								
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	○	X							
		導電量差異	0.00	0.05	0.31	0.51	0.56	0.28	0.27	0.22								
	S 20°C 78%	導電量(mA)	0.00	0.77	1.10	1.64	2.11	2.43	2.67	2.82								
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	X								
		導電量差異	0.00	0.77	0.34	0.54	0.47	0.31	0.25	0.15								
	M 20°C 77%	導電量(mA)	0.00	0.63	1.02	1.98	2.54	2.86										
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	X										
		導電量差異	0.00	0.63	0.39	0.96	0.56	0.32										
	L 20°C 78%	導電量(mA)	0.00	0.53	0.97	1.58	2.14	2.46	2.67	2.84								
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	X								
		導電量差異	0.00	0.53	0.44	0.60	0.57	0.32	0.21	0.17								



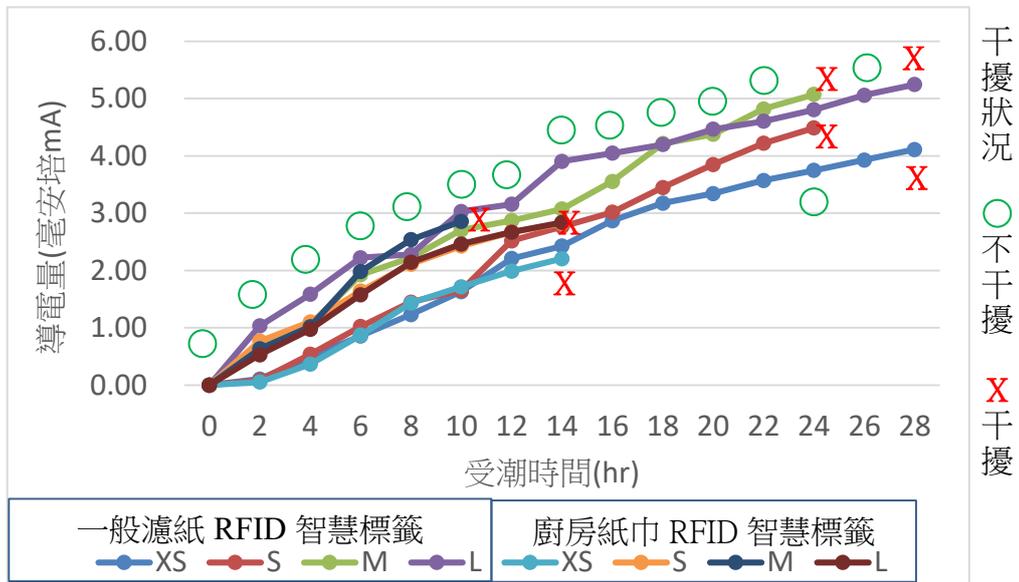


圖 6-3 「RFID 智慧標籤」受潮時間與導電量及正常運作的關係(夾鏈袋)

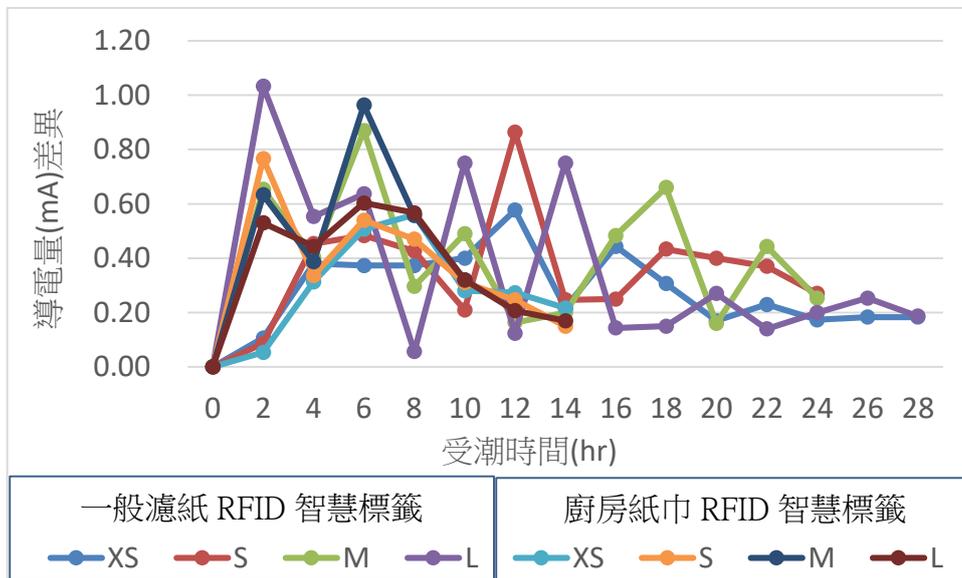


圖 6-4 「RFID 智慧標籤」受潮時間與導電量差異的關係(夾鏈袋)

(10)撰寫商品結帳程式如右圖，模擬食品保存狀況，使用自製「RFID 智慧標籤」測試程式運作狀況。測試結果：感應食品包裝內的「RFID 智慧標籤」，程式可以正確判讀商品名稱結帳金額、已達保存期限及包裝破損條碼無法偵測等三種狀況。



## (五)討論：

- (1)一般濾紙及廚房紙巾 RFID 智慧標籤在 XS、S、M、L 四種尺寸保鮮盒中皆為受潮 2 小時後，導電量差異最大，接下來的導電量差異逐漸縮小，因為吸濕已漸趨飽和，表示各尺寸保鮮盒受潮速度相似，所以都在受潮 8 小時後干擾 RFID 傳感器運作。
- (2)因為氣體分子在小尺寸保鮮盒中彼此之間間距小，交互作用力大，擴散速度較慢，所以 XS 尺寸導電量低，相反的，L 尺寸的導電量高。一般濾紙 RFID 智慧標籤受干擾時的導電量介於 2.08~2.89 之間，廚房紙巾 RFID 智慧標籤受干擾時的導電量介於 2.67~3.22 之間，導電量隨著包裝尺寸增加而增加。
- (3)置於四種尺寸保鮮盒中的一般濾紙及廚房紙巾 RFID 智慧標籤皆為受潮 8 小時後受到干擾，表示二種 RFID 智慧標籤在各種尺寸包裝中受干擾速度差異小。受干擾時的導電量則是廚房紙巾 RFID 智慧標籤優於一般濾紙 RFID 智慧標籤。這是因為同樣受潮 8 小時後，廚房紙巾吸收的水分含量較高的關係。
- (4)由於夾鏈袋材質在包裝過程中彼此吸附緊密的作用力強，不像保鮮盒有固定空間，所以受潮明顯且導電量差異最大的時間都不同，L 尺寸的一般濾紙及 S 尺寸的廚房紙巾 RFID 智慧標籤受潮 2 小時後的導電量差異最大，M 尺寸的一般濾紙及 M、L 尺寸的廚房紙巾 RFID 智慧標籤受潮 6 小時後的導電量差異最大，XS 尺寸的廚房紙巾 RFID 智慧標籤受潮 8 小時後的導電量差異最大，XS、S 尺寸的一般濾紙 RFID 智慧標籤受潮 12 小時後的導電量差異最大。表示在各種尺寸包裝中，RFID 智慧標籤受潮速度差異大。一般濾紙 RFID 智慧標籤在 S 及 M 夾鏈袋中受潮 24 小時之後干擾 RFID 傳感器運作，XS 及 L 夾鏈袋中受潮 28 小時之後干擾 RFID 傳感器運作，受潮後的干擾速度：S 及 M > XS 及 L。廚房紙巾 RFID 智慧標籤在 M 尺寸夾鏈袋中受潮 10 小時之後干擾 RFID 傳感器運作，XS、S、L 尺寸夾鏈袋中受潮 14 小時之後干擾 RFID 傳感器運作。各尺寸受潮後的干擾速度：M > XS、S 及 L。
- (5)因為氣體分子在小尺寸夾鏈袋中彼此之間間距小，交互作用力大，擴散速度較慢，所以 XS 尺寸導電量低，相反的，L 尺寸的導電量高。導電量是隨著包裝尺寸增加而增加的趨勢。一般濾紙 RFID 智慧標籤干擾時的導電量介於 4.11~5.25 之間，廚房紙巾 RFID 智慧標籤干擾時的導電量介於 2.21~2.86 之間。
- (6)以夾鏈袋包裝而言，二種 RFID 智慧標籤受干擾速度，廚房紙巾 RFID 智慧標籤優於一般濾紙 RFID 智慧標籤。導電量則是一般濾紙 RFID 智慧標籤較高。
- (7)根據實驗結果：一般濾紙及廚房紙巾 RFID 智慧標籤受潮一段時間之後，可以干擾 RFID 傳感器的運作。以干擾速度而言，廚房紙巾優於一般濾紙；保鮮盒包裝優於夾鏈袋包裝。當導電量差異最大，受潮反應最明顯之後，導電量的變化趨勢是隨著受潮時間的增加而逐漸平緩，而且隨著包裝尺寸增加而增加。包裝內空氣中的溫溼度差異不大。
- (8)使用自製「廚房紙巾 RFID 智慧標籤」及撰寫商品結帳程式，可以讓消費者在結帳刷卡消費時，即刻判別食品保存(鮮)程度。

## 陸.結論：

### 研究一 探討「電解質種類」與「在水溶液中產生自由離子而導電」的關係

- 一、導電度最高為食鹽溶液 12663 $\mu$ s/cm，其次為小蘇打粉溶液 7483 $\mu$ s/cm，再其次為醬油 5650 $\mu$ s/cm 及味精 5520 $\mu$ s/cm，導電度最低為砂糖 330 $\mu$ s/cm。
- 二、食鹽含有氯離子及鈉離子，在水溶液中導電狀況明顯，是最好的導電物。

### 研究二 探討「電解質載體」對於「導電量」的影響

- 一、電解質載體不管是乾燥還是潮濕，食鹽溶液濃度高，導電量較高，電流傳導時間則無明顯差異。
- 二、一般濾紙及廚房紙巾乾溼導電量差異最高，明顯高於其他載體；載體傳導時間則是衛生紙、廚房紙巾及一般濾紙，明顯低於其他載體。若以製作電解質電子標籤而言，一般濾紙導電效果較優，但在電流傳導時間則是廚房紙巾較短，二者皆適合作為電解質載體。

### 研究三 探討「電解質濃度」對於「導電量」的影響

- 一、電解質溶液導電度( $\mu$ s/cm)：0.6%>0.5%>0.4%>0.3%>0.2%>0.1%。電解質溶液導電度隨著電解質濃度的增加而增加。
- 二、電解質載體導電量(毫安培 mA)：30%>25%>20%>15%>10%>5%。電解質載體導電量隨著電解質濃度的增加而增加。
- 三、廚房紙巾載體的導電量高於一般濾紙載體，推論是因為廚房紙巾吸水狀況優於一般濾紙。
- 四、電解質濃度越高，電解質溶液或電解質載體的導電量越高。

### 研究四 探討自製「電解質電子標籤」的水分含量與「導電量」的關係

- 一、電解質電子標籤導電量(毫安培 mA)：99%>81%>64%>46%>34%>19%>0%。電解質電子標籤導電量隨著水分含量的增加而增加。
- 二、根據前項研究二之結果顯示：一般濾紙載體的導電量優於廚房紙巾載體。因此，在相同水分含量時，一般濾紙載體的導電量高於廚房紙巾載體。
- 三、電解質電子標籤受潮後，水分含量越高，導電量越高。

### 研究五 探討「電解質電子標籤導電量」與「Webduino—RFID 傳感器」的關係

- 一、保鮮盒中電解質電子標籤受潮之後的導電量：8hr>6hr>4hr>2hr，受潮時間越長，導電量越高。受潮後之電解質電子標籤導電量：一般濾紙 > 廚房紙巾。

- 二、置於保鮮盒中的電解質電子標籤吸收盒內水分，在受潮 8 小時之後，可以干擾 RFID 傳感器的運作。
- 三、夾鏈袋中一般濾紙電解質電子標籤受潮之後的導電量：28hr>24hr>22hr>20hr>18hr>16hr>14hr>12hr>10hr>8hr>6hr>4hr>2hr；廚房紙巾電解質電子標籤受潮之後的導電量：14hr>12hr>10hr>8hr>6hr>4hr>2hr。受潮時間越長，導電量越高。受潮後之電解質電子標籤導電量：一般濾紙 > 廚房紙巾。
- 四、置於夾鏈袋中的一般濾紙電解質電子標籤吸收袋內水分，在受潮 28 小時之後，可以干擾 RFID 傳感器的運作。廚房紙巾電解質電子標籤則在受潮 14 小時之後，可以干擾 RFID 傳感器的運作。廚房紙巾電解質電子標籤吸收水分優於一般濾紙電解質電子標籤，因此受潮速度較快，干擾 RFID 傳感器運作所需時間較短。
- 五、根據實驗結果：電解質電子標籤受潮時間越長，導電量越高，受潮一段時間之後，可以干擾 RFID 傳感器的運作。

#### 研究六 探討自製「RFID 智慧標籤」守護食品賞味期的可行性

- 一、一般濾紙及廚房紙巾 RFID 智慧標籤在各尺寸保鮮盒中受潮後的干擾速度差異不大，受潮 8 小時之後干擾 RFID 傳感器運作。干擾時的導電量：一般濾紙 RFID 智慧標籤介於 2.08~2.89 之間。廚房紙巾 RFID 智慧標籤介於 2.67~3.22 之間。
- 二、一般濾紙 RFID 智慧標籤在各尺寸夾鏈袋中受潮後的干擾速度：S 及 M > XS 及 L。干擾時的導電量介於 4.11~5.25 之間。廚房紙巾 RFID 智慧標籤在夾鏈袋中各尺寸受潮後的干擾速度：M > XS、S 及 L。干擾時的導電量介於 2.21~2.86 之間。
- 三、一般濾紙及廚房紙巾 RFID 智慧標籤受潮一段時間之後，可以干擾 RFID 傳感器的運作。以干擾速度而言，廚房紙巾優於一般濾紙；保鮮盒包裝優於夾鏈袋包裝。以導電量而言，一般濾紙優於廚房紙巾。當導電量差異最大，受潮反應最明顯之後，導電量的變化趨勢是隨著受潮時間的增加而逐漸平緩，而且隨著包裝尺寸增加而增加。包裝內空氣中的溫溼度沒有明顯變化。
- 四、廚房紙巾之「RFID 智慧標籤」+ 商品結帳程式 = 即時判別食品保存(鮮)度

#### 柒.未來展望：

因為本研究是運用保鮮盒及夾鏈袋包裝材質，以自製檢測工具了解包裝內部的自製「RFID 智慧標籤」受潮後導電量變化及 RFID 傳感器的干擾狀況，藉以判別食品的保存狀況，所以必須避免可以導電的鋁箔包裝材質，如何突破此類包裝限制，有待進一步研究。不過，本研究自製的「RFID 智慧標籤」可以將食品資訊撰寫於標籤中，進行食品管理，讓消費者在刷卡消費的時候即可獲得食品資訊並立即辨別食品的保鮮狀況。不但可以守護食品賞味期，保障消費者權益，還可以隨時監控食品的現況，這樣的「RFID 智慧標籤」是值得推廣的。

## 捌.參考資料：

- 一、南一自然和生活科技學習領域國小課程研發中心（2021）。國小自然和生活科技五年級。水溶液的性質。台南：南一書局企業股份有限公司。
- 二、第五十屆中小學科展作品(2010)。以簡易電路探討食鹽水的導電性。民 110 年 12 月 12 日，取自 <https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=264&sid=5539>
- 三、2012 年臺灣國際科學展覽會(2012)。表面磨損之自動警告系統。民 110 年 12 月 12 日，取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-2/2012/pdf/100016.pdf>
- 四、第五十八屆中小學科展作品(2018)。智慧生活從「LINE」開始雲端居家管理「機器人」。民 110 年 12 月 15 日，取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/58/pdf/NPHSF2018-052508.pdf>
- 五、第六十屆中小學科展作品(2020)。機不可失—建構教學用平板電腦推車之借還平台。民 110 年 12 月 15 日，取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-032803.pdf?217>
- 六、第六十屆中小學科展作品(2020)。「視」時不惑--以 IoT 顛覆視檢之探討。民 110 年 12 月 15 日，取自 [file:///C:/Users/user/Downloads/16442\\_NPHSF2020-032809.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/16442_NPHSF2020-032809.pdf)
- 七、第六十一屆中小學科展作品(2021)。見「色」思「期」—建立擴增實境(AR)顏色標籤—利用常見指示劑變色製作複合資訊標籤之可行。民 110 年 12 月 15 日，取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/Article.aspx?a=41&lang=1>
- 八、標籤技術發展快速 留意智能標籤就能知道食品鮮度(2021)。民 110 年 12 月 15 日，取自 <https://www.techlife.com.tw/Article/9997>
- 九、知道食物是否變質有種新方法，是用手機辨識。民 110 年 12 月 15 日，取自 <https://technews.tw/2019/06/09/food-freshness-sensors-could-replace-use-by-dates-to-cut-food-waste/>。
- 十、工業材料雜誌—物聯網時代之智慧感測技術與應用。民 110 年 12 月 16 日，取自 <https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=46936>
- 十一、物聯網 IoT。民 110 年 12 月 16 日，取自 [https://www.chilitag.com.tw/solution\\_zh-tw.php?ID=165](https://www.chilitag.com.tw/solution_zh-tw.php?ID=165)
- 十二、物聯網的發展趨勢與 RFID 應用。民 110 年 12 月 16 日，取自 <https://kknews.cc/zh-tw/tech/9yjna45.html>
- 十三、Webduino Blockly 編輯器。民 110 年 12 月 20 日，取自 <https://simulator.webduino.io/>

## 【評語】 082922

此研究具未來實際應用性。實驗的推測結果，與實驗結果一致性相當高，亦即受潮後會產生高導電性，獲得高訊號值。

包裝食品內容種類相當多樣化，那些類別的食品適合此技術，建議再深入探討。

## 作品簡報

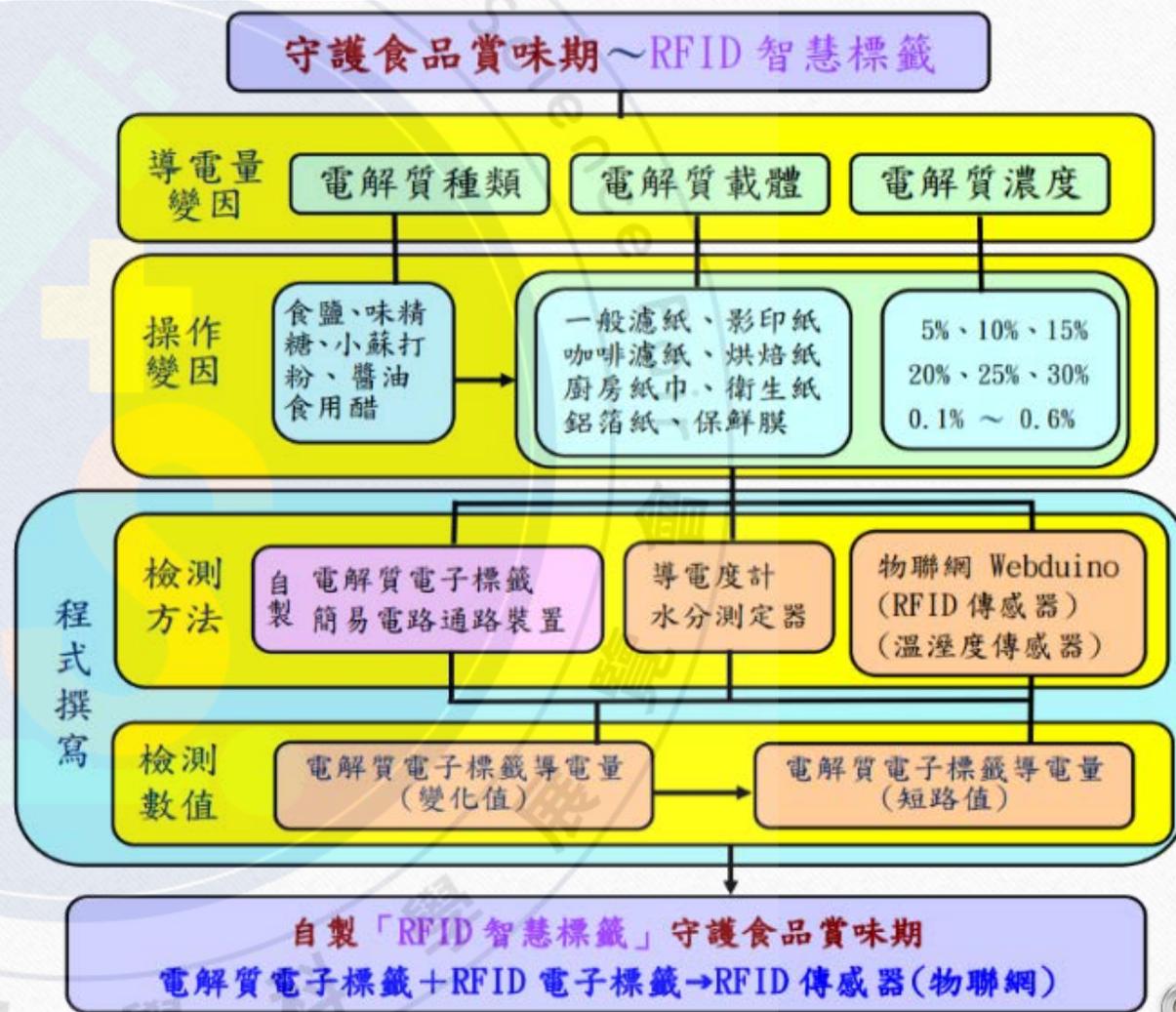
# 守護食品賞味期

## ~RFID智慧標籤

組別：國小組  
科別：生活與應用科學科(二)

# 文獻探討、研究架構及研究方法

相關文獻	研究內容
表面磨損之自動警告系統 (2012)	在物件表面下埋設被動式無線射頻識別標籤，外層覆有一層隔離層隔絕該射頻資料讀取器之電磁波。
智慧生活從「LINE」開始雲端居家管理「機器人」 (2018)	使用 Webduino 與悠遊卡套件開發出的門禁系統，使用LINE機器人控制家電
知道食物是否變質有種新方法，是用手機辨識 (2019)	纖維素紙製成標籤，上面印有導電碳-墨電極，添加到一次性感應晶片放進食物包裝，標籤吸收食物釋放水蒸氣，紙張電導率增加，電極間傳輸到感應晶片的功率量減少，用手機APP掃描透過應用程式知道晶片是否停止工作。
機不可失 - 建構教學用平板電腦推車之借還平台(2020)	利用 Webduino、Arduino 開發板，使用悠遊卡註冊、借車、歸還的系統。
「視」時不惑--以 IoT 顛覆視檢之探討(2020)	撰寫APP程式，受檢結果運用物聯網傳送記錄，找尋最佳視力檢查方式。
見「色」思「期」 - 建立擴增實境(AR)顏色標籤 - 利用常見指示劑變色製作複合資訊標籤之可行性研究(2021)	利用日常生活常見指示劑，控制變色條件，建構隨時間、溫度變色的變色標籤並結合手機擴增實境 APP，增加方便性



# 研究結果(一)

探討「電解質種類」與「在水溶液產生自由離子而導電」的關係



表 1 不同電解質種類在水中產生離子導電的狀況

電解質種類	導電度( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )			
	重複 1	重複 2	重複 3	平均值
食鹽	12650	12680	12660	12663
砂糖	330	330	330	330
味精	5570	5520	5470	5520
小蘇打粉	7540	7440	7470	7483
醬油	5580	5520	5850	5650
醋	1060	1060	1020	1047



圖 1 電解質種類與導電度的關係

# 研究結果(二)

## 探討「電解質載體」對於「導電量」的影響

表 2 電解質載體導電狀況 (重複三次平均值)

電解質載體	食鹽溶液(10000ppm)			乾溼導電量差異	食鹽溶液(100000ppm)			乾溼導電量差異
	導電量 (毫安培 mA)		傳導時間 (sec)		導電量 (毫安培 mA)		傳導時間 (sec)	
	乾燥	潮濕			乾燥	潮濕		
一般濾紙	0.00	0.20	18.67	0.20	0.00	1.02	17.67	1.02
影印紙	0.00	0.12	79.00	0.12	0.00	0.72	77.33	0.72
咖啡濾紙	0.00	0.12	93.00	0.12	0.00	0.73	89.67	0.73
烘焙紙	0.00	0.09	162.67	0.09	0.00	0.72	174.33	0.72
廚房紙巾	0.00	0.26	7.00	0.26	0.00	0.76	6.00	0.76
衛生紙	0.00	0.18	2.00	0.18	0.00	0.61	2.00	0.61
鋁箔紙	----	----	----	----	----	----	----	----
保鮮膜	0.00	0.06	25.33	0.06	0.00	0.10	21.67	0.10

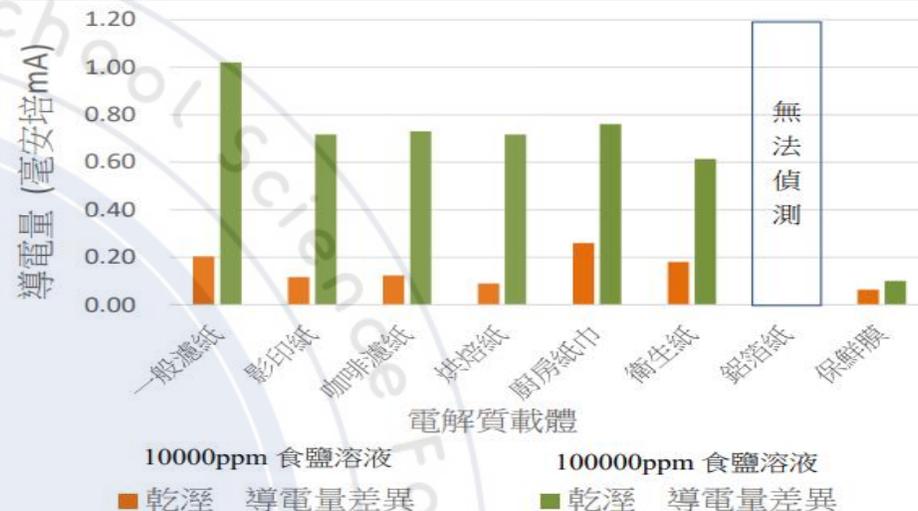


圖 2-1 電解質載體與導電量之關係

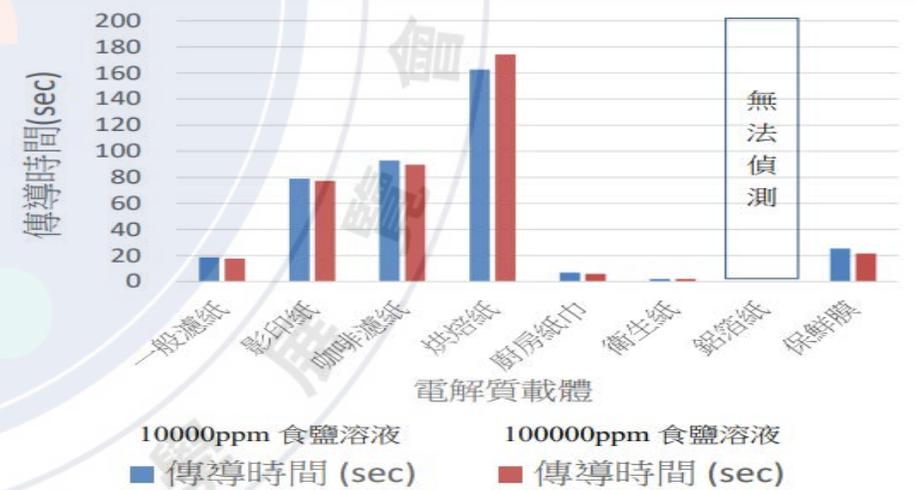


圖 2-2 電解質載體與電流傳導時間之關係

# 研究結果(三)

## 探討「電解質濃度」對於「導電量」的影響



表 3-2 不同濃度電解質之載體(一般濾紙)導電量

電解質濃度 (%)	載體(一般濾紙)導電量(毫安培 mA)									平均值
	重複 1			重複 2			重複 3			
	乾燥	潮濕	乾溼差異	乾燥	潮濕	乾溼差異	乾燥	潮濕	乾溼差異	
5	0.00	0.25	0.25	0.00	0.26	0.26	0.00	0.22	0.22	0.24
10	0.00	0.46	0.46	0.00	0.42	0.42	0.00	0.48	0.48	0.45
15	0.00	0.66	0.66	0.00	0.69	0.69	0.00	0.62	0.62	0.66
20	0.00	0.76	0.76	0.00	0.78	0.78	0.00	0.73	0.73	0.76
25	0.00	0.81	0.81	0.00	0.85	0.85	0.00	0.88	0.88	0.85
30	0.00	1.19	1.19	0.00	1.15	1.15	0.00	1.12	1.12	1.15

表 3-3 不同濃度電解質之載體(廚房紙巾)導電量

電解質濃度 (%)	載體(廚房紙巾)導電量(安培 mA)									平均值
	重複 1			重複 2			重複 3			
	乾燥	潮濕	乾溼差異	乾燥	潮濕	乾溼差異	乾燥	潮濕	乾溼差異	
5	0.00	0.45	0.45	0.00	0.43	0.43	0.00	0.47	0.47	0.45
10	0.00	0.61	0.61	0.00	0.67	0.67	0.00	0.65	0.65	0.64
15	0.00	0.85	0.85	0.00	0.89	0.89	0.00	0.82	0.82	0.85
20	0.00	1.13	1.13	0.00	1.10	1.10	0.00	1.06	1.06	1.10
25	0.00	1.36	1.36	0.00	1.32	1.32	0.00	1.33	1.33	1.34
30	0.00	1.43	1.43	0.00	1.47	1.47	0.00	1.40	1.40	1.43

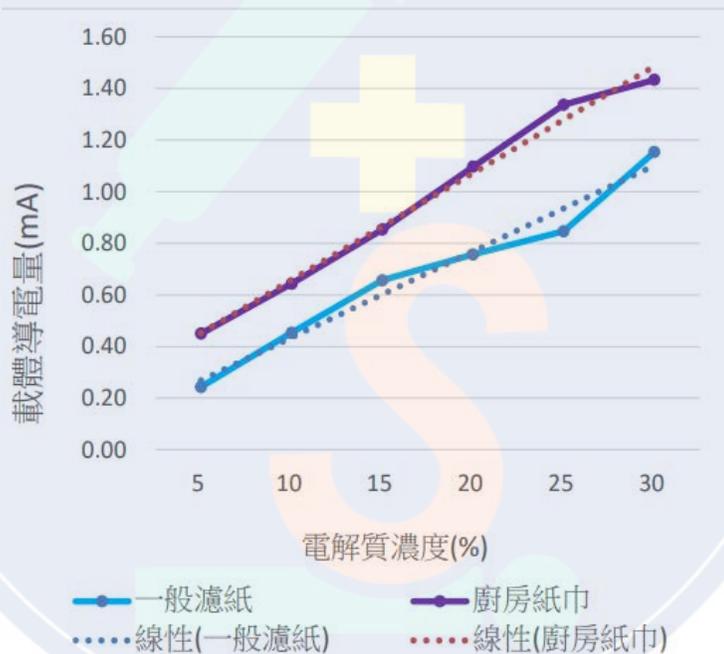


圖 3-2 電解質濃度與載體導電量的關係

表 3-1 不同濃度電解質溶液之導電度

電解質濃度 (%)	導電度(μs/cm)			
	重複 1	重複 2	重複 3	平均值
0.1	1640	1650	1620	1637
0.2	2570	2550	2590	2570
0.3	4960	5080	5140	5060
0.4	6250	6310	6240	6267
0.5	6720	6650	6730	6700
0.6	7910	7870	7820	7867

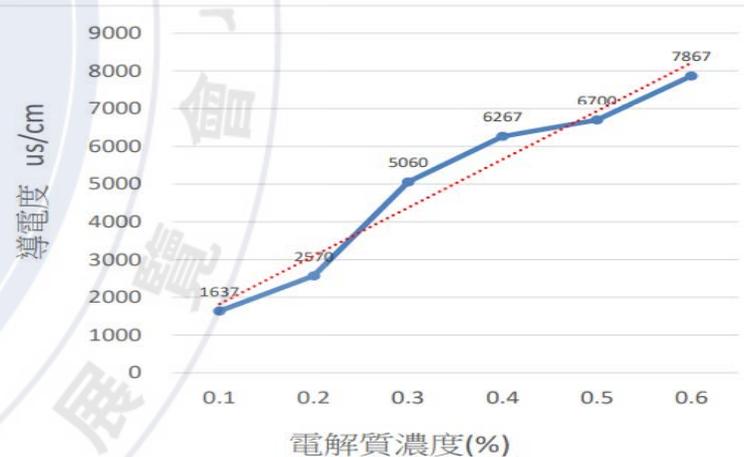


圖 3-1 電解質溶液濃度與導電度的關係

# 研究結果(四)

## 探討自製「電解質電子標籤」的水分含量與「導電量」的關係



表 4 電解質電子標籤水分含量與導電量關係表

定量噴霧器噴霧時間(sec)	電解質電子標籤水分(%) (校正後)	一般濾紙載體 導電量(毫安培 mA)				廚房紙巾載體 導電量(毫安培 mA)			
		重複 1	重複 2	重複 3	平均值	重複 1	重複 2	重複 3	平均值
0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	19	0.05	0.08	0.06	0.06	0.05	0.03	0.06	0.05
4	34	0.77	0.75	0.78	0.77	0.36	0.32	0.38	0.35
6	46	0.85	0.90	0.82	0.86	0.46	0.45	0.48	0.46
8	64	0.97	1.05	1.02	1.01	0.59	0.55	0.58	0.57
10	81	1.56	1.48	1.65	1.56	0.65	0.67	0.62	0.65
12	99	2.10	2.38	2.45	2.31	0.98	1.02	1.08	1.03



圖 4 「電解質電子標籤」水分含量與「導電量」的關係

# 研究結果(五)

## 探討「電解質電子標籤導電量」與「Webduino-RFID傳感器」的關係



表 5-1 受潮時間與電解質電子標籤導電量、RFID 傳感器運作狀況(保鮮盒)  
(重複三次平均值)

受潮時間 (hr)	一般濾紙			廚房紙巾		
	標籤 導電量 毫安培 mA	RFID 傳感器 干擾 狀況 ○不干擾 X干擾	標籤 導電量 差異	標籤 導電量 毫安培 mA	RFID 傳感器 干擾 狀況 ○不干擾 X干擾	標籤 導電量 差異
0	0.00	○	0.00	0.00	○	0.00
2	0.65	○	0.65	0.38	○	0.38
4	1.08	○	0.43	0.56	○	0.18
6	1.67	○	0.59	0.71	○	0.15
8	2.08	X	0.42	0.89	X	0.18

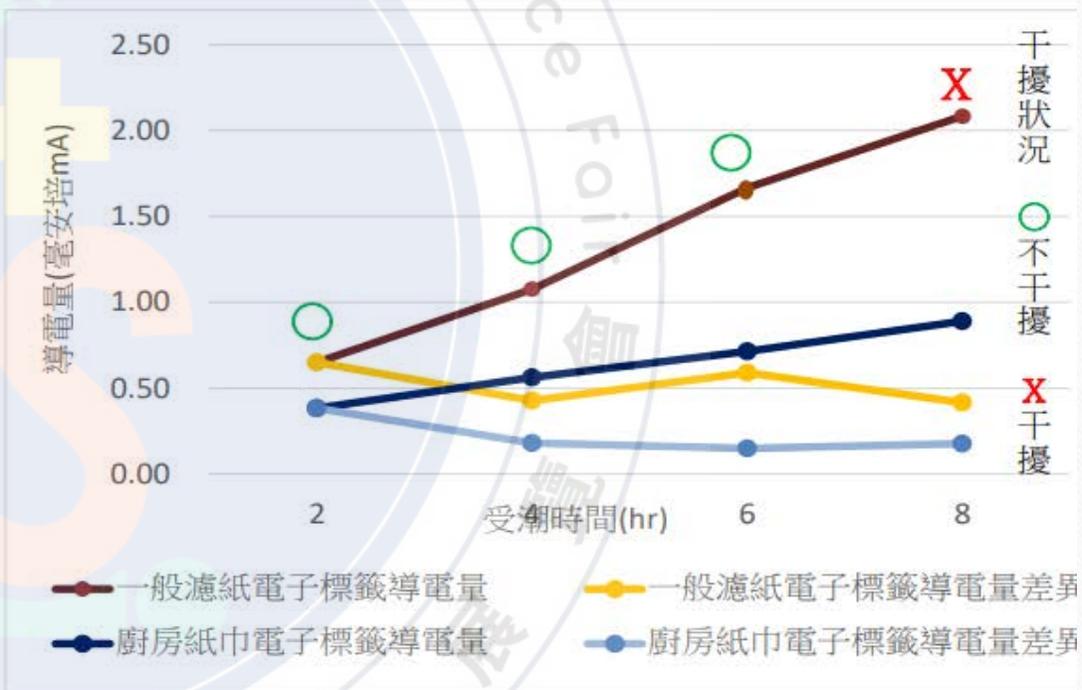


圖 5-1 受潮時間與「電解質電子標籤」導電量、導電差異與 RFID 傳感器運作的關係(保鮮盒)

# 研究結果(五)

## 探討「電解質電子標籤導電量」與「Webduino-RFID傳感器」的關係



表 5-2 受潮時間與電解質電子標籤導電量、RFID 傳感器運作狀況(夾鏈袋) (重複三次平均值)

受潮時間 (hr)	一般濾紙			廚房紙巾		
	標籤導電量 毫安培 mA	RFID 傳感器 干擾狀況 ○不干擾 X 干擾	標籤導電量 差異	標籤導電量 毫安培 mA	RFID 傳感器 干擾狀況 ○不干擾 X 干擾	標籤導電量 差異
0	0.00	○	0.00	0.00	○	0.00
2	0.10	○	0.10	0.05	○	0.05
4	0.47	○	0.37	0.38	○	0.34
6	0.87	○	0.39	0.86	○	0.49
8	1.43	○	0.36	1.22	○	0.56
10	1.73	○	0.41	1.63	○	0.31
12	2.21	○	0.58	1.98	○	0.25
14	2.38	○	0.17	<b>2.21</b>	<b>X</b>	<b>0.22</b>
16	2.83	○	0.45			
18	3.18	○	0.35			
20	3.35	○	0.18			
22	3.57	○	0.22			
24	3.75	○	0.17			
26	3.93	○	0.18			
28	<b>4.13</b>	<b>X</b>	<b>0.20</b>			

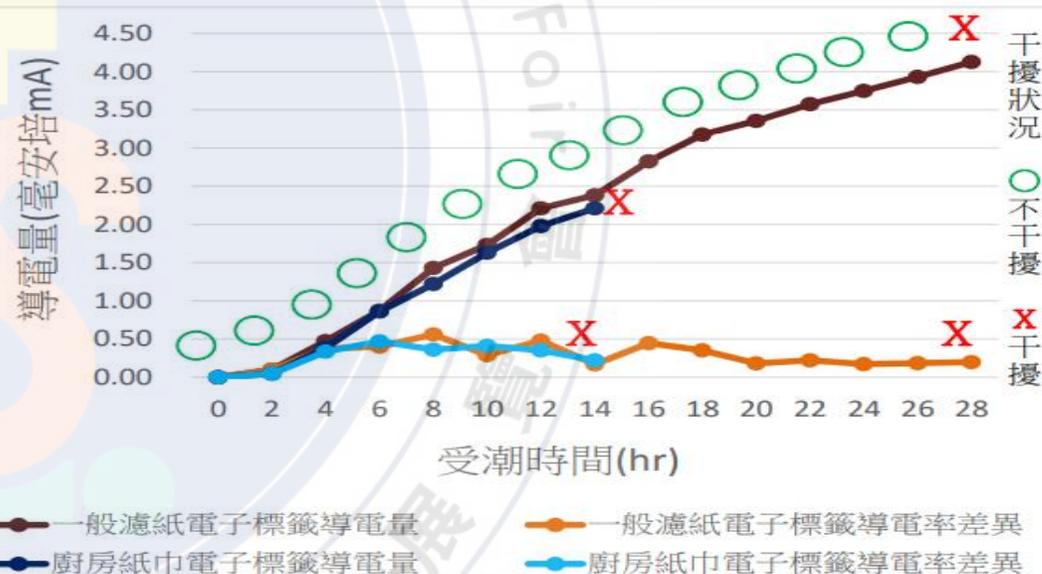


圖 5-2 受潮時間與「電解質電子標籤」導電量、導電差異與 RFID 傳感器運作的關係(夾鏈袋)

# 研究結果(六)

## 探討自製「RFID智慧標籤」守護食品賞味期的可行性

表 6-1 受潮時間與「RFID 智慧標籤」導電量、RFID 傳感器運作狀況(保鮮盒)(重複三次平均值)

電解質電子標籤	保鮮盒尺寸	RFID 智慧標籤	受潮時間(hr)				
			0	2	4	6	8
一般濾紙	XS	導電量(mA)	0.00	0.65	1.08	1.67	2.08
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	0.65	0.43	0.59	0.42
		導電量(mA)	0.00	0.85	1.25	1.69	2.13
	S	RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○
		導電量差異	0.00	0.85	0.40	0.44	0.44
		導電量(mA)	0.00	1.16	1.77	1.98	2.73
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○
	M	導電量差異	0.00	1.16	0.61	0.21	0.75
		導電量(mA)	0.00	1.33	2.02	2.64	2.89
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	1.33	0.69	0.62	0.25
廚房紙巾	XS	導電量(mA)	0.00	1.16	1.69	2.28	2.67
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	1.16	0.54	0.58	0.40
		導電量(mA)	0.00	1.25	1.78	2.35	2.75
	S	RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	1.25	0.53	0.57	0.40
		導電量(mA)	0.00	1.37	1.89	2.50	2.79
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
	M	導電量差異	0.00	1.37	0.52	0.61	0.29
		導電量(mA)	0.00	1.43	1.96	2.65	3.22
		RFID (○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	X
		導電量差異	0.00	1.43	0.53	0.69	0.57

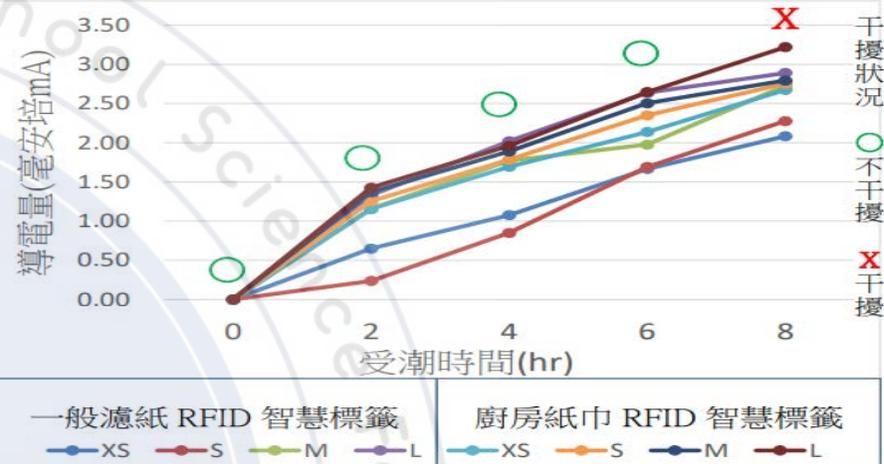


圖 6-1 「RFID 智慧標籤」受潮時間與導電量及正常運作的關係(保鮮盒)

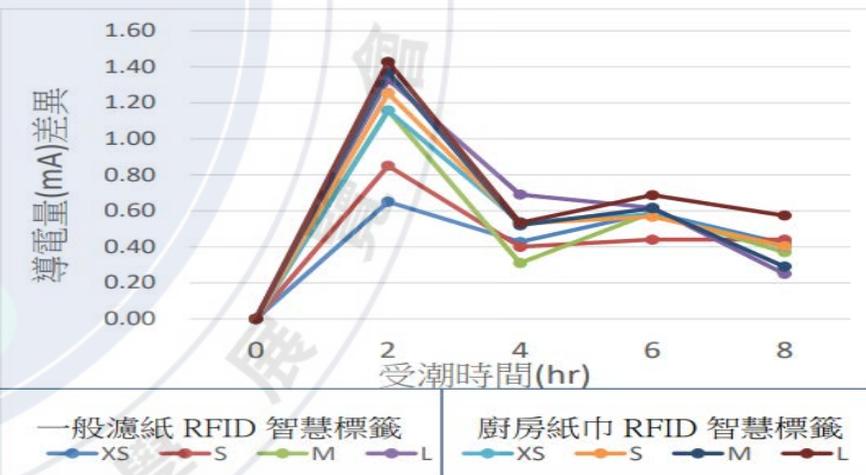


圖 6-2 「RFID 智慧標籤」受潮時間與導電量差異的關係(保鮮盒)

# 研究結果(六)

## 探討自製「RFID智慧標籤」守護食品賞味期的可行性

表 6-2 受潮時間與「RFID 智慧標籤」導電量、RFID 傳感器運作狀況(夾鏈袋)(重複三次平均值)

電解質 電子標籤	夾鏈袋 尺寸	RFID 智慧標籤	受潮時間(hr)															
			0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	
一般濾紙	XS	導電量(mA)	0.00	0.11	0.49	0.86	1.23	1.63	2.21	2.43	2.87	3.18	3.34	3.57	3.75	3.93	4.11	
		RFID(○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X
	導電量差異	0.00	0.11	0.38	0.37	0.37	0.40	0.58	0.22	0.44	0.31	0.17	0.23	0.17	0.18	0.18		
	S	導電量(mA)	0.00	0.09	0.54	1.02	1.45	1.66	2.52	2.77	3.02	3.45	3.85	4.22	4.49			
		RFID(○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X			
	導電量差異	0.00	0.09	0.45	0.48	0.43	0.21	0.86	0.25	0.25	0.43	0.40	0.37	0.27				
	M	導電量(mA)	0.00	0.65	1.06	1.93	2.22	2.71	2.87	3.07	3.56	4.22	4.38	4.82	5.07			
		RFID(○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X			
	導電量差異	0.00	0.65	0.40	0.87	0.30	0.49	0.16	0.20	0.48	0.66	0.16	0.44	0.25				
	L	導電量(mA)	0.00	1.03	1.59	2.22	2.28	3.03	3.16	3.91	4.05	4.20	4.47	4.61	4.81	5.06	5.25	
		RFID(○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X	
	導電量差異	0.00	1.03	0.55	0.64	0.06	0.75	0.12	0.75	0.14	0.15	0.27	0.14	0.20	0.25	0.19		
廚房紙巾	XS	導電量(mA)	0.00	0.05	0.37	0.87	1.43	1.72	1.99	2.21								
		RFID(○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	X								
	導電量差異	0.00	0.05	0.31	0.51	0.56	0.28	0.27	0.22									
	S	導電量(mA)	0.00	0.77	1.10	1.64	2.11	2.43	2.67	2.82								
		RFID(○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	X								
	導電量差異	0.00	0.77	0.34	0.54	0.47	0.31	0.25	0.15									
	M	導電量(mA)	0.00	0.63	1.02	1.98	2.54	2.86										
		RFID(○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	X										
	導電量差異	0.00	0.63	0.39	0.96	0.56	0.32											
	L	導電量(mA)	0.00	0.53	0.97	1.58	2.14	2.46	2.67	2.84								
		RFID(○不干擾 X干擾)	○	○	○	○	○	○	○	X								
	導電量差異	0.00	0.53	0.44	0.60	0.57	0.32	0.21	0.17									

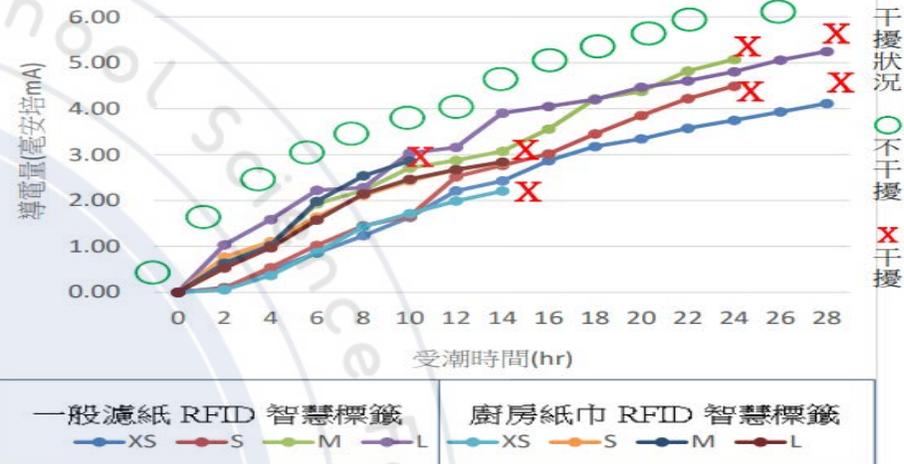


圖 6-3 「RFID 智慧標籤」受潮時間與導電量及正常運作的關係(夾鏈袋)

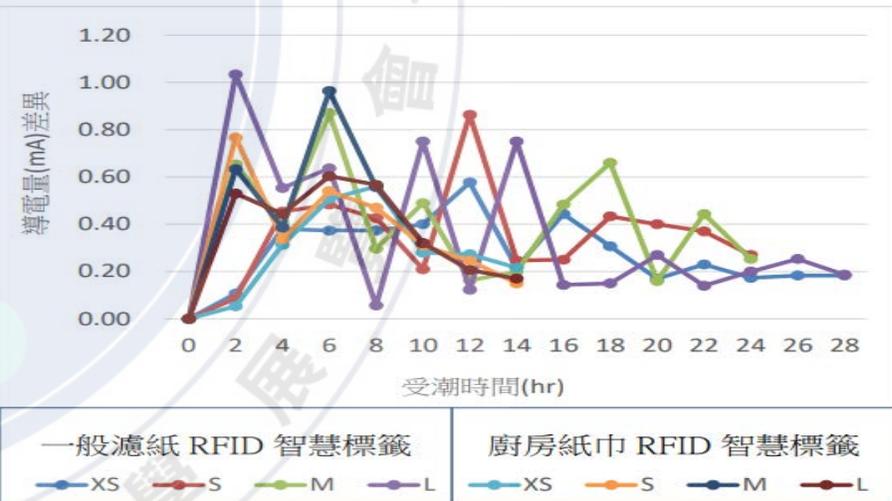


圖 6-4 「RFID 智慧標籤」受潮時間與導電量差異的關係(夾鏈袋)

# 結論

- 一、食鹽電解質溶液導電佳，一般濾紙載體導電效果優，廚房紙巾載體電流傳導時間短，皆可作為電解質載體。
- 二、電解質濃度越高溶液或載體的導電量越高。電解質電子標籤受潮時間越長，水分越高導電量越高，受潮一段時間後可以干擾RFID傳感器運作。
- 三、廚房紙巾RFID智慧標籤干擾速度優於一般濾紙，保鮮盒包裝優於夾鏈袋包裝。導電量在明顯的受潮反應後逐漸平緩，一般濾紙RFID智慧標籤高於廚房紙巾，大尺寸包裝高於小尺寸包裝。
- 四、運用自製RFID智慧標籤及撰寫商品結帳程式可以守護食品賞味期，保障消費者權益。

```
開發板 Smart 使用 Wi-Fi 連線至 10Q4aLPd 類比取樣 50ms 串聯 協同控制  
設定 rfid 為 RFID · SDA 15 SCK 14 MOSI 13 MISO 12  
rfid 偵測到訊號  
執行 顯示 rfid 所偵測到的代碼
```

WEBDUINO RFID 傳感器代碼感應程式

```
開發板 Smart 使用 Wi-Fi 連線至 10Q4aLPd 類比取樣 50ms 串聯 協同控制  
設定 rfid 為 RFID · SDA 15 SCK 14 MOSI 13 MISO 12  
執行 偵測到訊號  
執行 如果 rfid 所偵測到的代碼 == E30555BC  
執行 顯示 歡迎光臨  
執行 歡迎光臨  
執行 商品已過保期  
執行 請更換商品  
否則如果 rfid 所偵測到的代碼 == E38E55BC  
執行 顯示 歡迎光臨  
執行 歡迎光臨  
執行 商品已過保期  
執行 請更換商品  
否則 顯示 歡迎光臨  
執行 歡迎光臨  
執行 商品已過保期  
執行 請更換商品
```

WEBDUINO  
RFID  
商品結帳程式

# 結論 — 實際生活應用模擬



RFID  
智慧標籤



## 產品包裝

1. RFID智慧標籤置入包裝內
2. 商品擺放至貨架



消費者選購  
商品放置於  
RFID感應器

RFID智慧標籤  
受潮無法感應

商品結帳程式顯示出包裝破損  
或已達保存期限商品無法偵測

RFID智慧標籤  
未受潮感應正常

商品結帳程式顯示出包裝完整  
或保存期限內商品金額及數量



RFID 感應結帳機台

商品  
取出



刷卡結帳