

# 導電紡織品於穿戴式電子元件之應用

報告人:孫文賢

材料與化工研究所  
紡織助劑暨特用化學品專案組(W組)

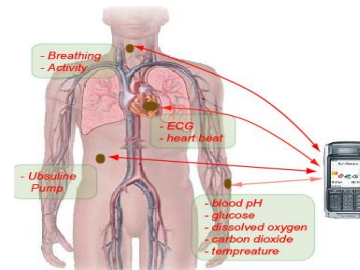
2015年6月22日



- 前言
- 穿戴式產品需求與市場發展
- 導電紡織品的研發/開發與關鍵技術
- 工研院導電紡織品開發現況
- 結語

- 前言
- **穿戴式產品需求與市場發展**
- 導電紡織品的研發/開發與關鍵技術
- 工研院導電紡織品開發現況
- 結語

- 人口結構變遷、老人化社會
  - 改善健康照護
  - 高品質之生活型態
- 環境變遷、綠色永續
  - 再生能源
  - 稀有資源減量與替代
  - 提升資源使用效能
- 網路化世界、虛實互動
  - 雲端服務(高速運算)
  - 智慧物聯網(IOT)
  - 多模寬頻無線

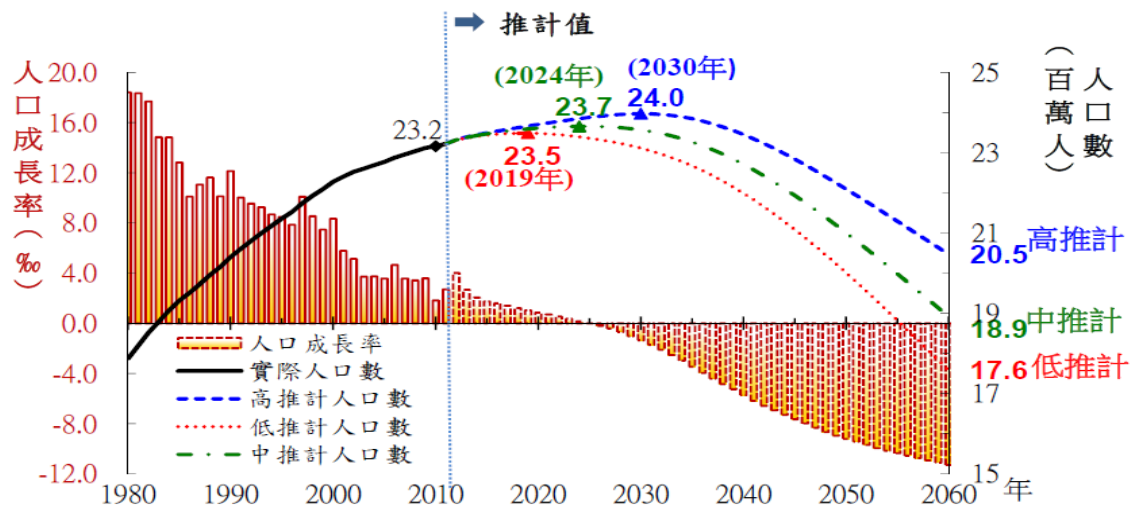


凱文·凱利(趨勢大師)：充斥科技的現代生活符合自然嗎？令人滿意嗎？

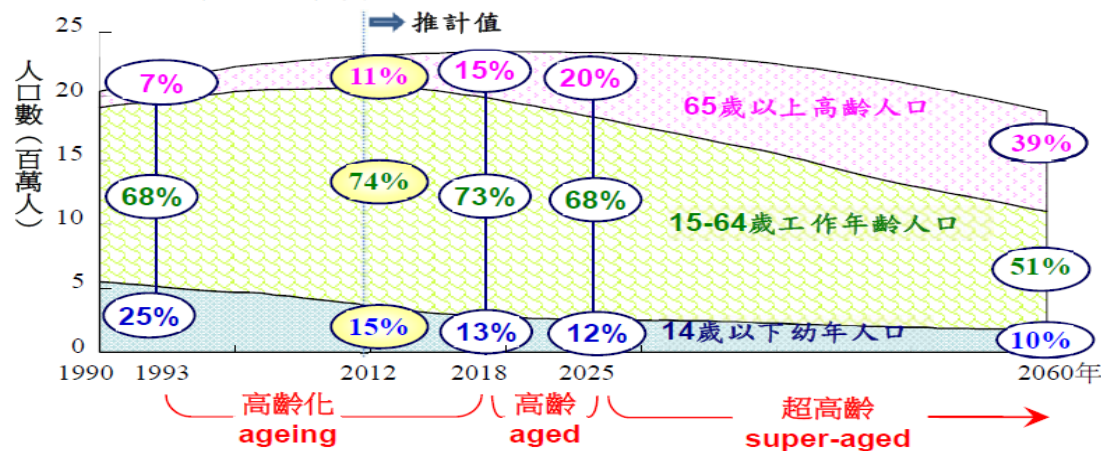
我們渴望科技帶來的各種好處，卻又想要減少個人欲求，現代人的生活在這兩種思維間來回拉扯。聆聽科技想要什麼，我們更能為自己和下一代做好準備，面對必然會出現的科技，主動進擊，積極參與，我們能夠引導科技發揮更好的功效。

張忠謀：據他觀察，物聯網、穿戴式產品及智慧家庭，應是下一個「Big Thing」

# 高齡化社會與人口減少將嚴重影響我國未來10年社會發展



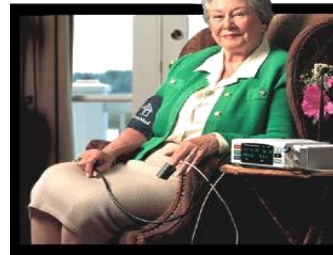
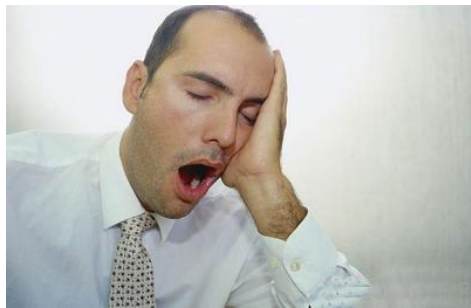
資料來源：1. 1980年至2011年為內政部「中華民國人口統計年刊」。  
2. 2012年至2060年為本報告。



說明：圓圈內百分比數字代表三階段年齡人口結構百分比。  
資料來源：1. 1990年至2011年為內政部「中華民國人口統計年刊」。  
2. 2012年至2060年為本報告。

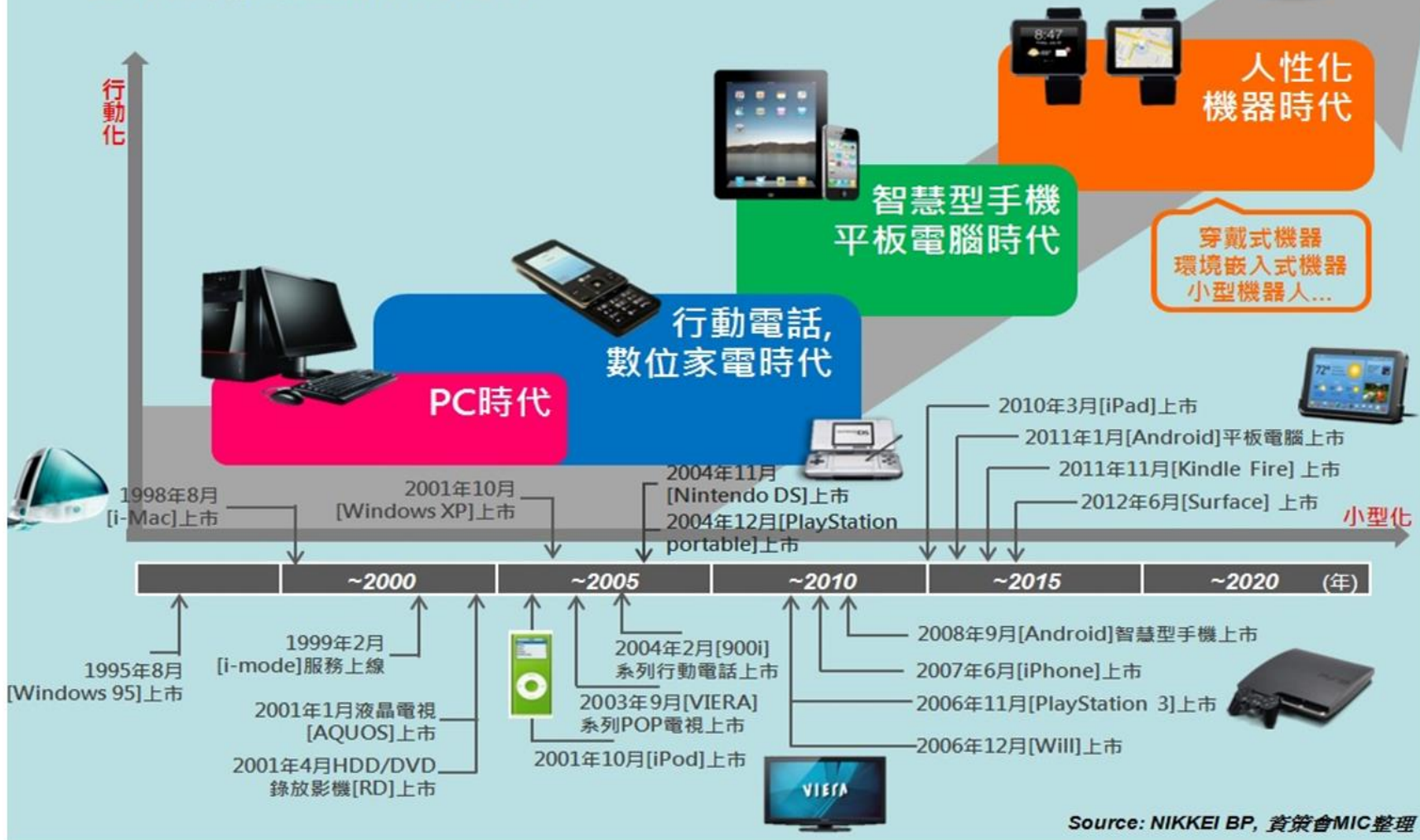
# 每天發生的問題： 大眾息息相關的健康照護問題

- **嬰幼兒照護-嬰兒猝死使父母最大的傷痛。**台灣每年平均出生30萬人口，臨床上嬰兒生理狀態的監測是必要的，對於出生嬰兒的照護應著重於非侵襲性的生命徵象監測與及早處理生命徵象的變化。
- **睡眠障礙-睡不著?睡不好?打鼾?呼吸中止?**台灣至少600萬人有睡眠障礙，其中入睡需要30分鐘以上的慢性失眠者，連續失眠超過一個月的人數高達250萬。近年來最受到注目的就是偵測睡眠呼吸中止症與如何有效進行睡眠品質評估。
- **疲勞開車-一邊開車一邊瞌睡?**因疲勞而釀成事故，造成生命財產的損失。台灣每年有數千起車禍事因起自於駕駛打瞌睡，造成人員受傷、死亡。
- **老人長期照護-子欲養而親不在?年輕人如何做好父母照護?**台灣2014年老人可達到273萬人，占總人口的11.6%，2021年更要達到392萬人，占總人口16.54%。



2015年6月22日

# 全球穿戴式產品市場趨勢



2015年6月22日

未來  
智慧化  
能穿戴

眼鏡式電腦



軟性手機



智慧型戒指



智慧型手錶

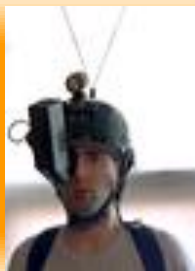


體感衣



現代  
微小化  
可攜帶

頭戴式電腦



智慧型手機



戒指



手錶

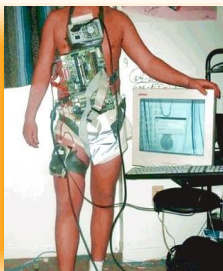


保暖衣



古代  
大、重  
有負擔

電腦



行動播報機



扳指



時鐘

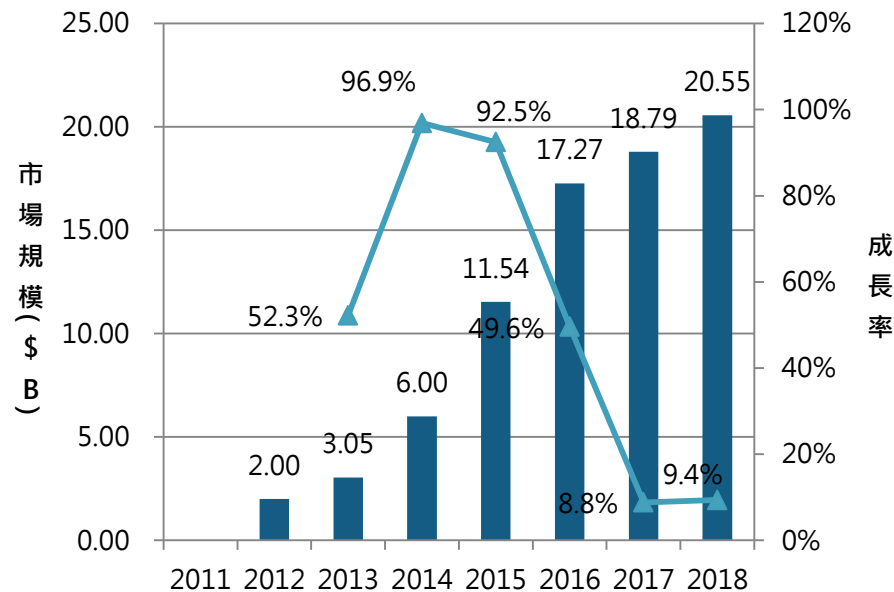
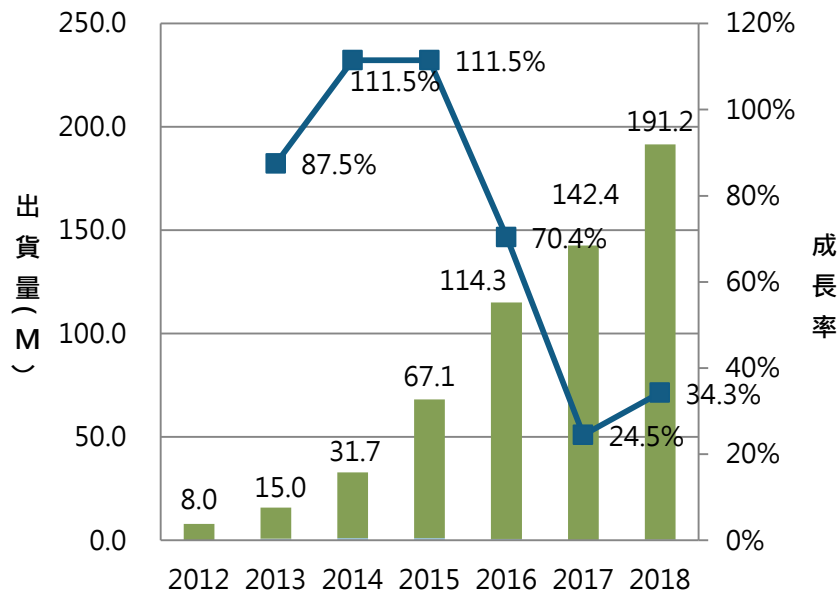


衣服



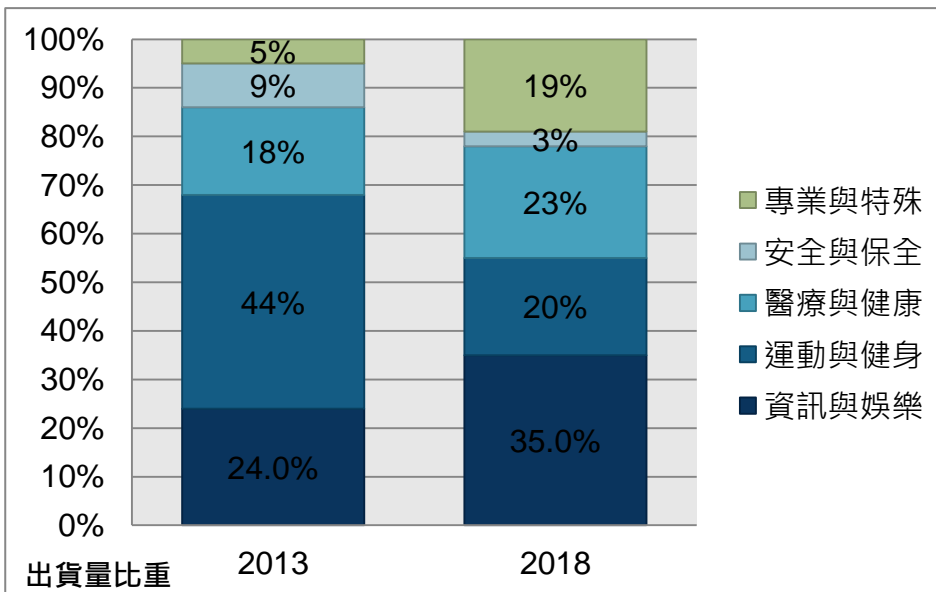
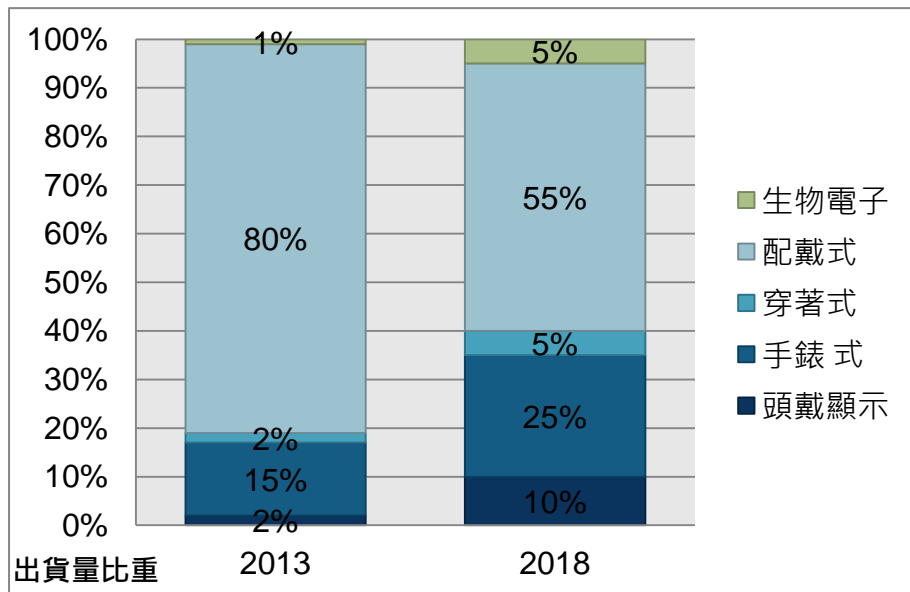


## 謹慎看待初期的高度成長



- 市場發展呈現三階段：摸索期(百花齊放)、停滯期(整合與修正)、穩定成長期(成熟發展)。
- IEK預測未來穿戴裝置市場將在**2018年全球出貨達到1億9120萬台，市場規模達到205.5億美元**。
- 穿戴裝置熱潮從2013年開始到2015年的摸索期，會有一波因大量產業投入所造成之高成長，然高成長的原因是較低的基期數字，且大部分銷售並非來自ICT廠商所主攻的資訊與娛樂應用。
- 2016~2017年第一代穿戴產品終因未達市場需求而成長趨緩，市場成長進入停滯期，廠商開始重新思考真正符合需求之產品，並可能開始建立標準化平台架構。
- 預估2018年後，第二代產品上市，市場進入穩定成長期，並於2020年後開始高速成長。

## 頭戴式及資訊、醫療、專業用途市場成長高



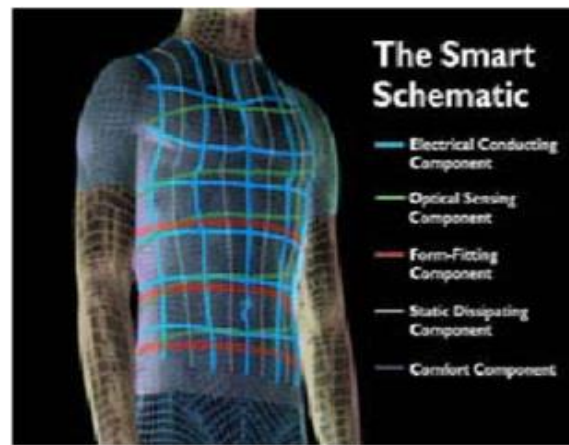
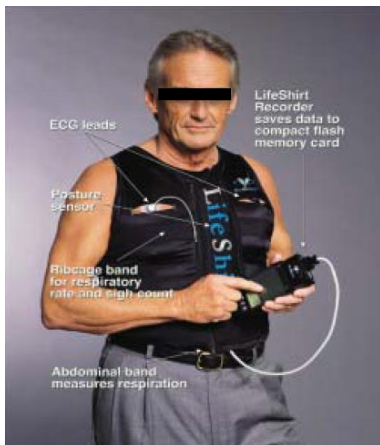
- 運動與健身類及智慧手環與手錶是目前市場主要貢獻者，未來所佔比重將因其他市場崛起而逐年下降，但在2018年仍擁有合計約80%的數量市占率。
- 頭戴顯示型、穿著式及生物電子類將逐年攀升，而以頭戴顯示型成長最快，達到400%。
- 應用領域部份，資訊與娛樂、專業與特殊、醫療與健康都是比重增加的領域，運動與健身將逐漸下降，或被功能化整併到其他裝置上。
- 專業與特殊類將成長280%最高，其次為資訊與娛樂的45%。

- ❖ 紡織品是人類之基本需求，也是人類的第二層肌膚，除了保護及美觀之功能外，紡織品有很高之其他應用潛力，可以配備更多之電子功能。
- ❖ 由於紡織品使用時非常靠近人體，可視為人類感官功能之延伸，極有可能開啟緊密且親近的人機互動之創新功能與情境，以提升人類之生活品質。

## 發展目標(Make electronics invisible)

透過全新的概念，將紡織品與電子功能一體無縫結合，以提供個人化、彈性化及人性化之創新互動體驗，開啟智慧紡織品新產業契機。

- 除了手環、手錶、項鍊與眼鏡等，「衣」更是體驗穿戴式科技的一大亮點；蘋果、Nike、Adidas等國際大廠都紛紛投入發展穿戴式智慧紡織商品。以織品為基礎的穿戴式裝置將是台灣紡織成功轉型成為高值產業的重要取徑之一。
- 目前全世界擁有最多智慧衣著專利的廠商是Philips，韓國也宣布未來5年內，要搶到全球至少八成智慧衣物設計代工的訂單。
- 根據資策會MIC的預估，穿戴式裝置科技產值將從2014年的31億美元成長到2018年的341億美元，年複合成長率高達81.9%(劉麗惠，2013)。
- 美國市調機構GIA預估2015年全球智慧型及互動紡織品的產值將高達18億美元，另外美國市調研究HIS調查2014年全球智慧衣的市場成長是2011年的134.5%。

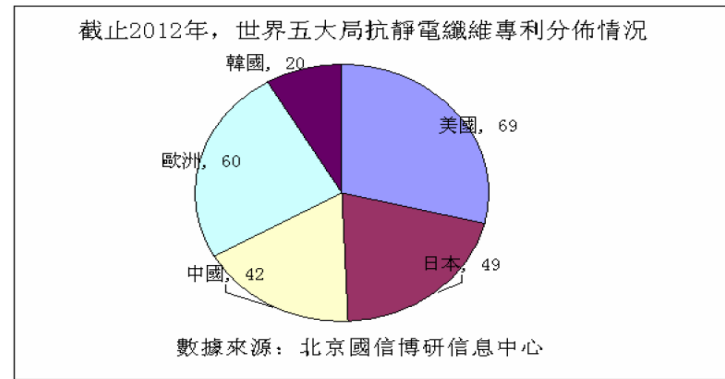
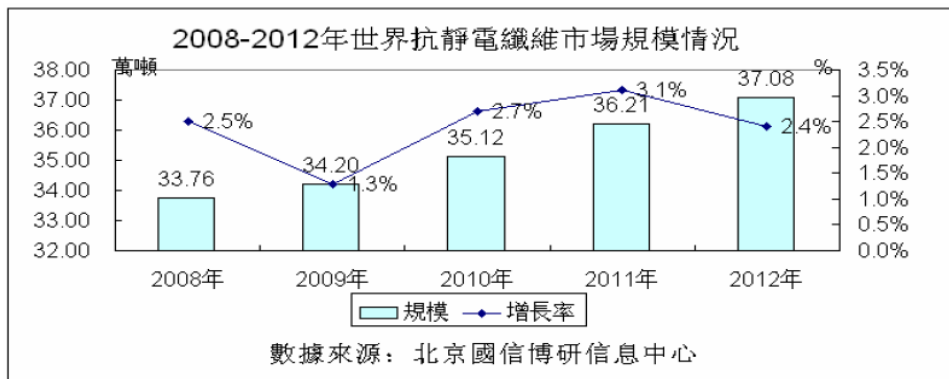


- 衣服有如人類的第二層皮膚般的重要，因此如能將導電纖維織造在衣服的結構內並形成導電線路將可賦予衣服具有智慧型紡織品，市場將無可限量。
- 全球導電纖維需求量37萬噸(全球紡織品需求量8200萬噸)，日本導電纖維單價 >4000元/公斤，因此發展導電纖維需求強烈。(資料來源：紡織綜合研究所)
- 台灣是全球機能性紡織品的矽谷，據媒體市調研究台灣製造的發熱衣年產值銷售全球高達上千億台幣且未來看好持續增加。

Wearable device	2014 Shipment Volumes	2014 Market Share	2015 Shipment Volumes*	2015 Market Share*	2019 Shipment Volumes*	2019 Market Share*
Clothing	0.0	0.1%	0.2	0.4%	5.6	4.5%

Source: IDC Worldwide Quarterly Wearable Device Tracker, March 30, 2015 \* Forecast figures

Units in Millions

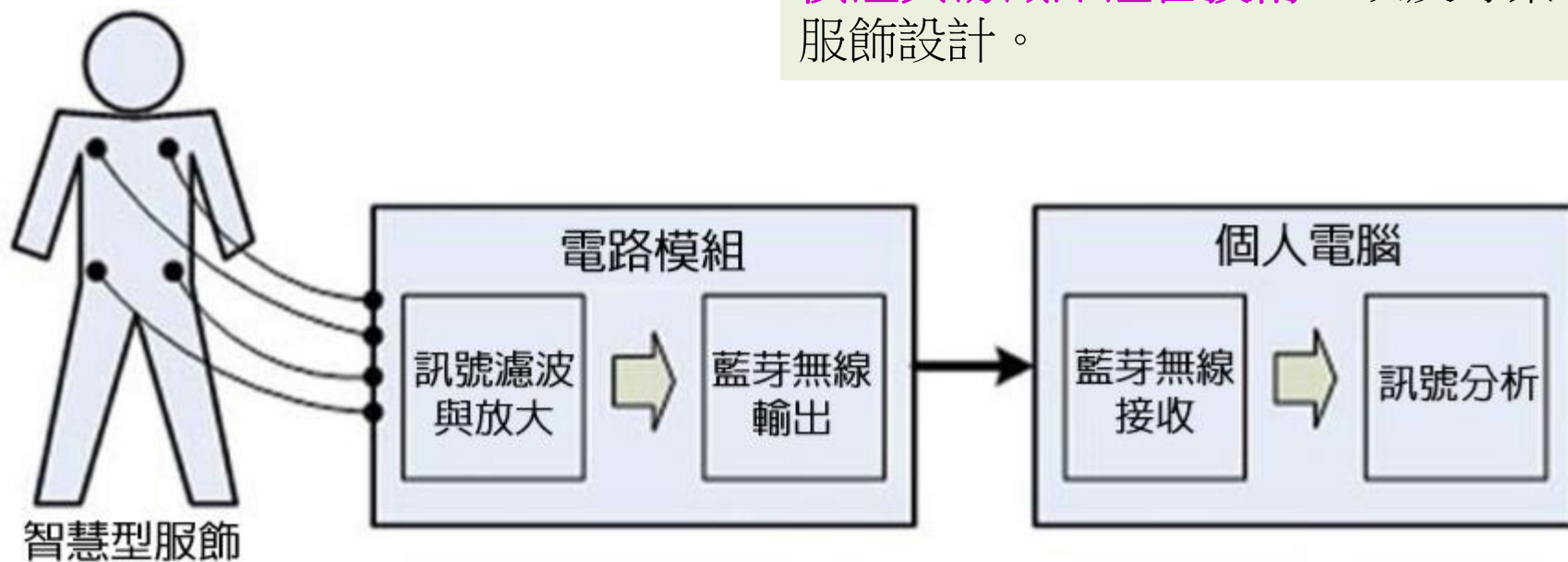


資料來源：2013-2020全球導電纖維專利研究及市場發展研究報告

## 智慧衣研發必須更致力提升：

- 數據精密度
- 穿戴的舒適性
- 可水洗／乾洗性
- 量測功能多樣性。

衣服的好處在於可提供**人體舒適**的感覺，也因為這樣的特性，利用智慧衣量測，可以比**傳統貼片式或有線式**的生理量測，在過程中讓使用者更為舒適。一套舒適的智慧衣的發展重點，在於**生理感測元件嵌入**的方式、**電子模組與紡織品組合技術**，以及專業的服飾設計。



生理量測智慧衣的系統架構可分成3個部分：生理感測平台、訊號處理與傳輸模組、後端程式分析。

2015年6月22日

Baby Care—監控  
寶寶的呼吸，體溫  
和活動



消防衣提供保  
護、體溫與生理  
狀態監控



織物天線—導電纖維  
編織，訊號傳輸之用

2015年6月22日



Sensoria運動  
衣，可以偵測燃  
燒的卡路里數、  
心跳及呼吸



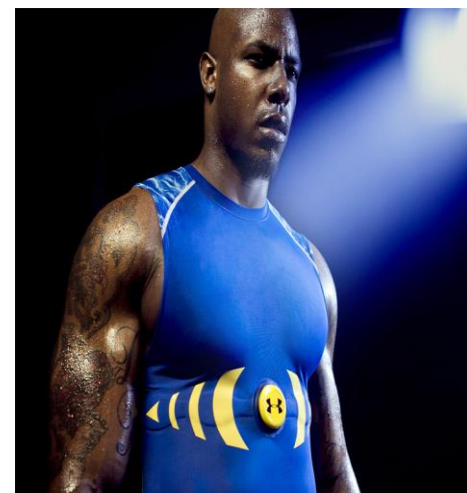
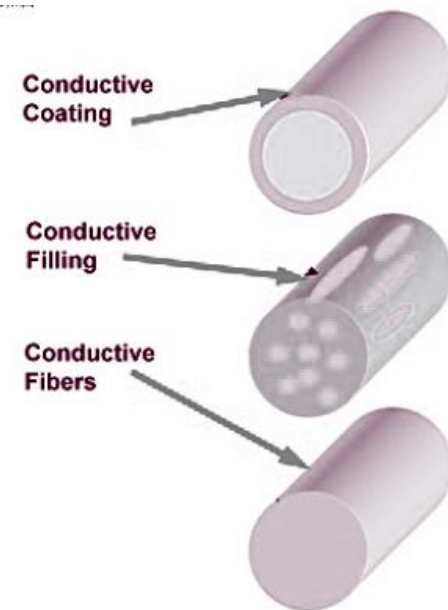
提供化學物質偵  
測、敵友辨識以防  
誤傷友軍及監督士  
兵生理狀態的功能

1. 訊號傳遞速度與應用產品之功能應符合要求
2. 嵌入塗敷之均勻性
3. 織物結構之影響性
4. 微件之製程再現性
5. 耐洗滌性
6. 可撓性
7. 紡織和電子產業之間的分歧





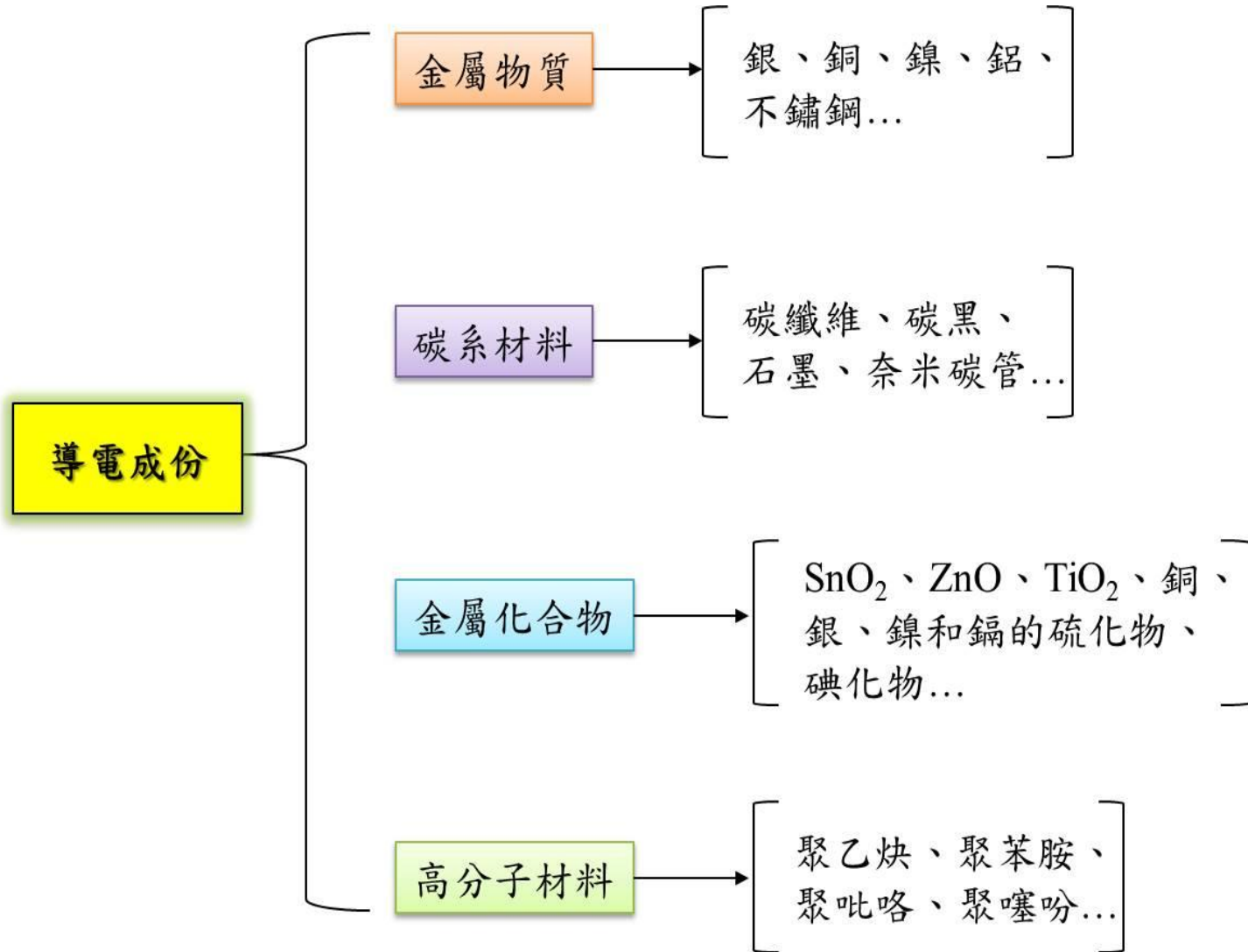
- 軟性、非穿戴式、生理感測為智慧衣需求。
- 智慧型紡織品需具備高導電性，以傳輸生理訊號至感測元件，而其導電性來自於導電紡織品。
- 導電紡織品具有重量更輕、更柔軟、更具成本效益等優點，更可用來促進軟性電子網路與布料的整合。
- 目前國內導電性紡織品製作方式，除少部分廠商使用不銹鋼(量產性不佳)外，較多的是以濺鍍或電鍍銀(不耐水洗)等複雜加工方式來賦予織物高導電特性。
- 國內研發單位已有智慧織物系統建立之能力，但關鍵的導電材料開發仍是瓶頸，因此要提升產業競爭力，就必須投入耐水洗導電紡織品研發以建構完整產業鏈。



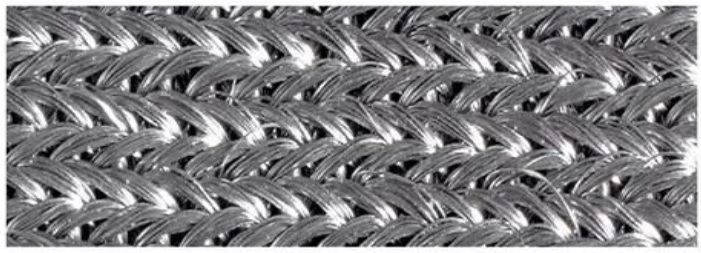
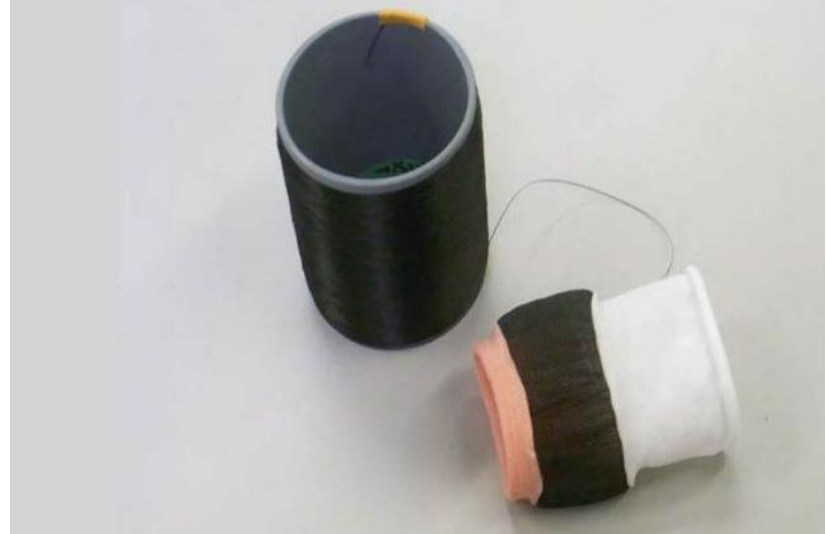
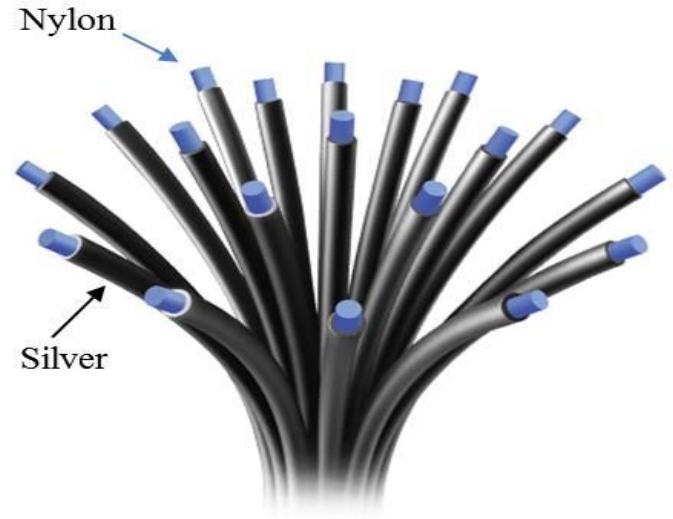
2015年6月22日

- 前言
- 穿戴式產品需求與市場發展
- **導電紡織品的研發/開發與關鍵技術**
- 工研院導電紡織品開發現況
- 結語

# 賦予纖維導電性能的主要成份



## 日本郡是公司:導電高分子紗線



X-Static® 鍍銀纖維

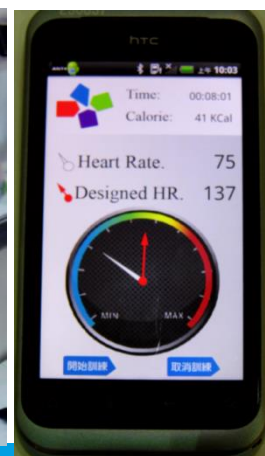
## 美國導電複合材料公司:化學氣相沉積法鍍鎳纖維



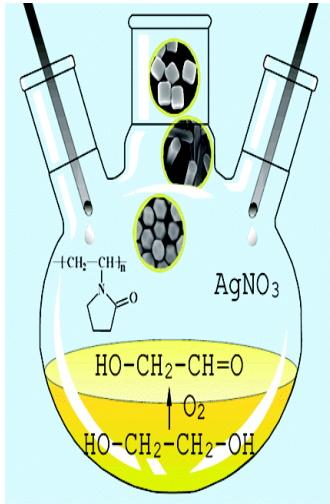
2015年6月22日

品名 規格	台灣 AiQ:智慧 型運動衣	法國 Cityzen Sciences: smart shir	美國 Ralph Lauren: polo tech shirt	日本 Toray: 智慧衣 hitoe	Adidas
功能	量測生理資訊、傳送心跳、脈搏、呼吸頻率、體表溫度甚至是心電圖等數據	內嵌在衣物布料上的感應器，除了可偵測穿衣者體溫、心跳、動作和地理位置	可用來偵測心跳、呼吸、運動強度、消耗熱量、走路的步數等，而這些數據也會藉由穿戴者身上攜帶的一個黑盒子傳送到行動裝置上。	將感測晶片與衣服布料作結合測量心跳，並分析運動、睡眠與其他身體相關資訊	在運動衣產品中，加入可以測量運動者心跳速率、運動速度的傳感器，感測器所監測到的資訊可以利用傳輸科技傳送到運動者配戴在手腕上的顯示裝置
圖示					
參考網址	<a href="http://www.ettoday.net/news/20140607/365274.htm">http://www.ettoday.net/news/20140607/365274.htm</a>	<a href="http://www.cityzensciences.fr/en/">http://www.cityzensciences.fr/en/</a>	<a href="http://www.ralphlauren.com/shop/index.jsp?categoryId=46285296">http://www.ralphlauren.com/shop/index.jsp?categoryId=46285296</a>	<a href="https://mediasports2020.wordpress.com/2014/01/31/smart-t-shirt-by-nttdocomo-and-toray/">https://mediasports2020.wordpress.com/2014/01/31/smart-t-shirt-by-nttdocomo-and-toray/</a>	<a href="http://www.gizmag.com/go/4402/">http://www.gizmag.com/go/4402/</a>

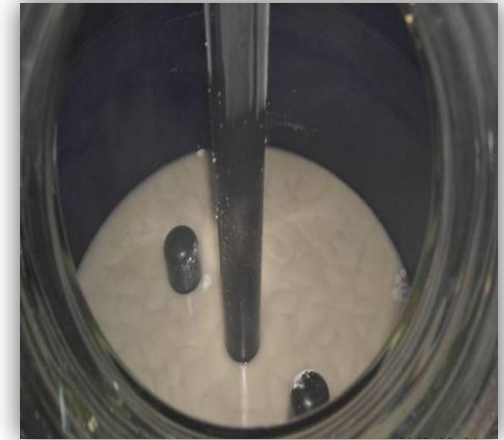
# 心跳即時偵測智慧衣



- 前言
- 穿戴式產品需求與市場發展
- 國內外產業現況與產業界的能力
- 導電紡織品的研發/開發與關鍵技術
- **工研院導電紡織品開發現況**
- 結語



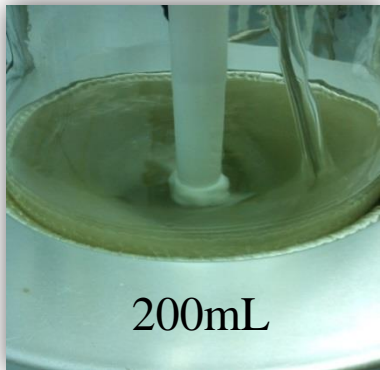
- Capping Agent
- Precursor
- Ionic Additive
- Molar ratio
- Temp.



*Parameter adjustment*

目前成果：500 g/批次

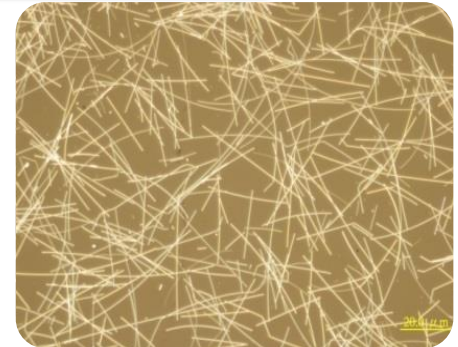
過去：1.13 g/批次



Scale-Up

> 50nm

**100L Pilot**  
銀線長度：10~25um  
銀線直徑：60~100nm  
平均AR：100~300  
線粒比：90%



≤ 50nm

**60L Pilot**  
銀線長度：5~7um  
銀線直徑：35~45nm  
平均AR：100~200  
線粒比：90%

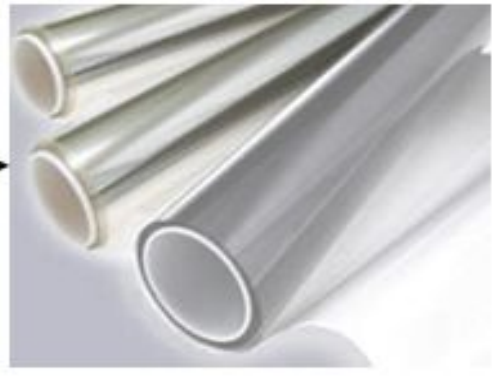
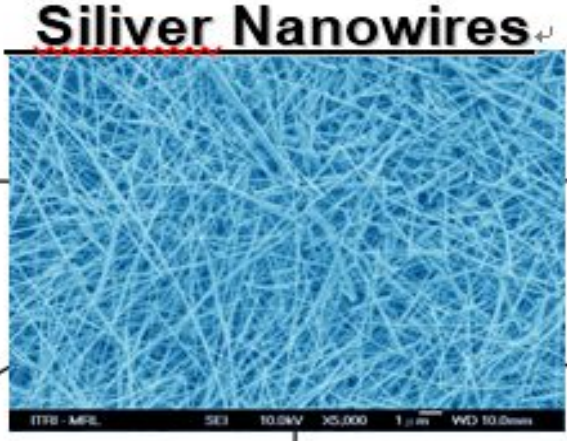




# 奈米銀線的應用



EMI



TCO



Solar cell



Smart Textile



Heated Textile

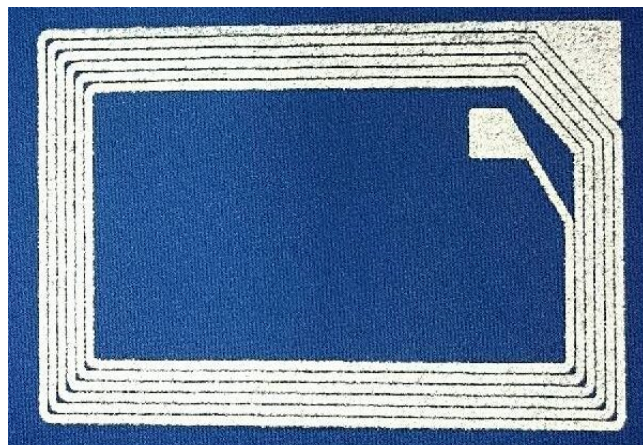
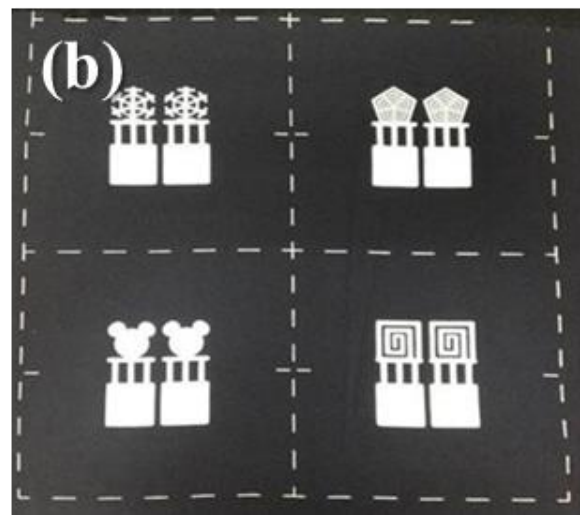
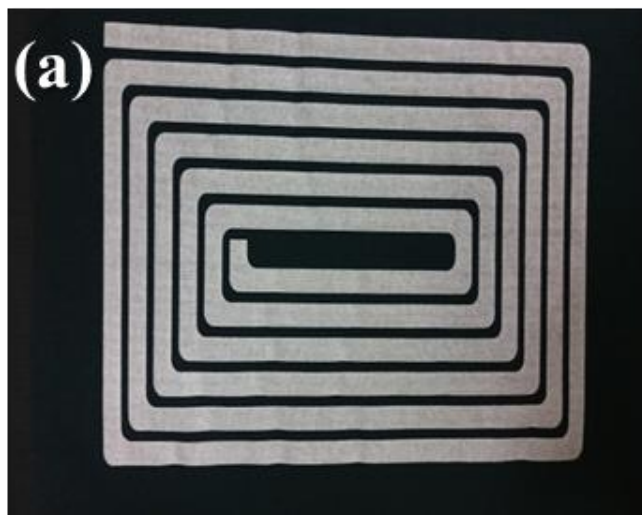
## □ 耐水洗導電紡織品

以奈米材料為導電載體，研發以後處理塗佈方式賦予紡織品導電功能，這些功能可用來產生或控制包含電、光、熱等物理量，可取代傳統以蒸鍍、濺鍍或在纖維上還原奈米銀粒子等複雜製作方式。具備高導電度、可撓、耐水洗等優點，深具產業化優勢。

製作方式	優點	缺點/挑戰
碳黑	成本低	易產生脫碳、電阻率高( $10^2 \sim 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ )、不耐水洗(<20次)
不銹鋼	電阻率佳( $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ )	易引起過敏、可撓性不佳(鋼性太強)、不易撚紗、織造(無法量產)
濺鍍或電鍍銀	電阻率佳( $10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ )	容易氧化、不耐水洗(其導電特性於水洗20次後會明顯衰退，表面電阻值: $10^{-1} \rightarrow 10^2 \Omega / \square$ )
<b>ITRI 導電紡織品</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電阻率佳(<math>10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}</math>)</li> <li>2. 耐水洗(&gt;50次)</li> <li>3. 可撓性佳</li> <li>4. 可圖案化</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 嵌入塗敷之均勻性</li> <li>② 織物結構之影響性</li> </ol>

2015年6月22日

## ■ 可依照不同應用需求進行圖案的設計



- 水洗牢度(AATCC-61-2A):4~5級
- 耐汗牢度(AATCC 15-2009):4~5級
- 電性測試:

水洗次數	布種	A公司	X公司	L公司	ITRI
	表面電阻值( $\Omega/\square$ )				
未水洗		0.17	0.32	0.16	3.13
水洗20次		100.45	228.86	22.94	4.76

## ■ITRI導電布耐磨耗測試(ASTM 4966):

	磨耗前	經3000轉	經6000轉
表面電阻值 ( $\Omega/\square$ )	0.08242	0.151	0.273

■ITRI導電布經RoHS六項(鎘、鉛、汞、六價鉻、多溴聯苯、多溴聯苯醚)測試:  
符合RoHS 2002/95/EC指令

■ITRI導電布皮膚刺激性試驗(ISO 10993-10):主要刺激指數(Primary Irritation Index, PII): PII=0

2015年6月22日

適合不同年齡族群：銀髮族，機車族，也適合戶外休閒活動，如晨間運動，登山，海邊釣魚...等



保健抗寒聖品  
是冬天孝敬長輩的最好禮物



絕佳保暖度  
免於溫差大造成的身體不適



輕量防風機能  
讓機車族免於冷風刺骨之苦



多功能能衣  
在嚴峻的天候下 多一層保障



優異防風效果  
既保暖又時尚

產品外型及顏色:

- 背心&外套共兩款 (6色背心/  
3色外套)

產品尺寸:

- S, M, L, XL



2015年6月22日

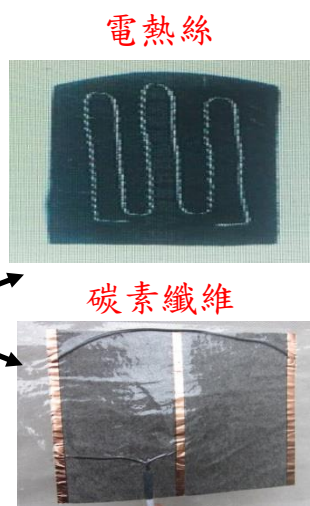
## With conductive metal wire



## With carbon fiber filament

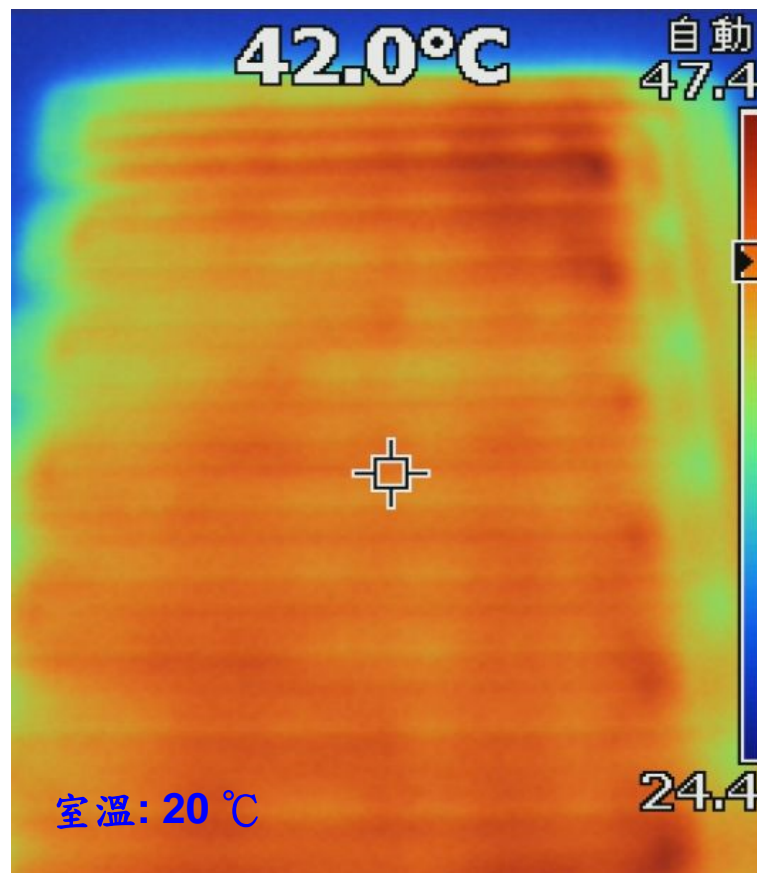


2015年6月22日



項目	節能發熱塗料	電熱絲	碳素纖維	吸濕放熱纖維	遠紅外線纖維
加熱速度	快 (40°C @15 S)	中(40°C @62 S)	慢(40°C @118 S)	慢(4°C @30min)	慢(10°C @10min)
清洗	耐水洗50次	無法清洗	不易清洗	可清洗	可清洗
發熱效能	佳 (5V, $\Delta T > 20^\circ\text{C}$ )	中	差	差	差
手感和觸感	優	差	差	佳	佳
可曲折性	佳	差	易斷	佳	佳
溫度控制	穩定	差	不穩定	差	差
透氣舒適性	優	差	可	優	優

■ 高發熱效能: 5 V,  $\Delta T > 20^\circ\text{C}$ 。

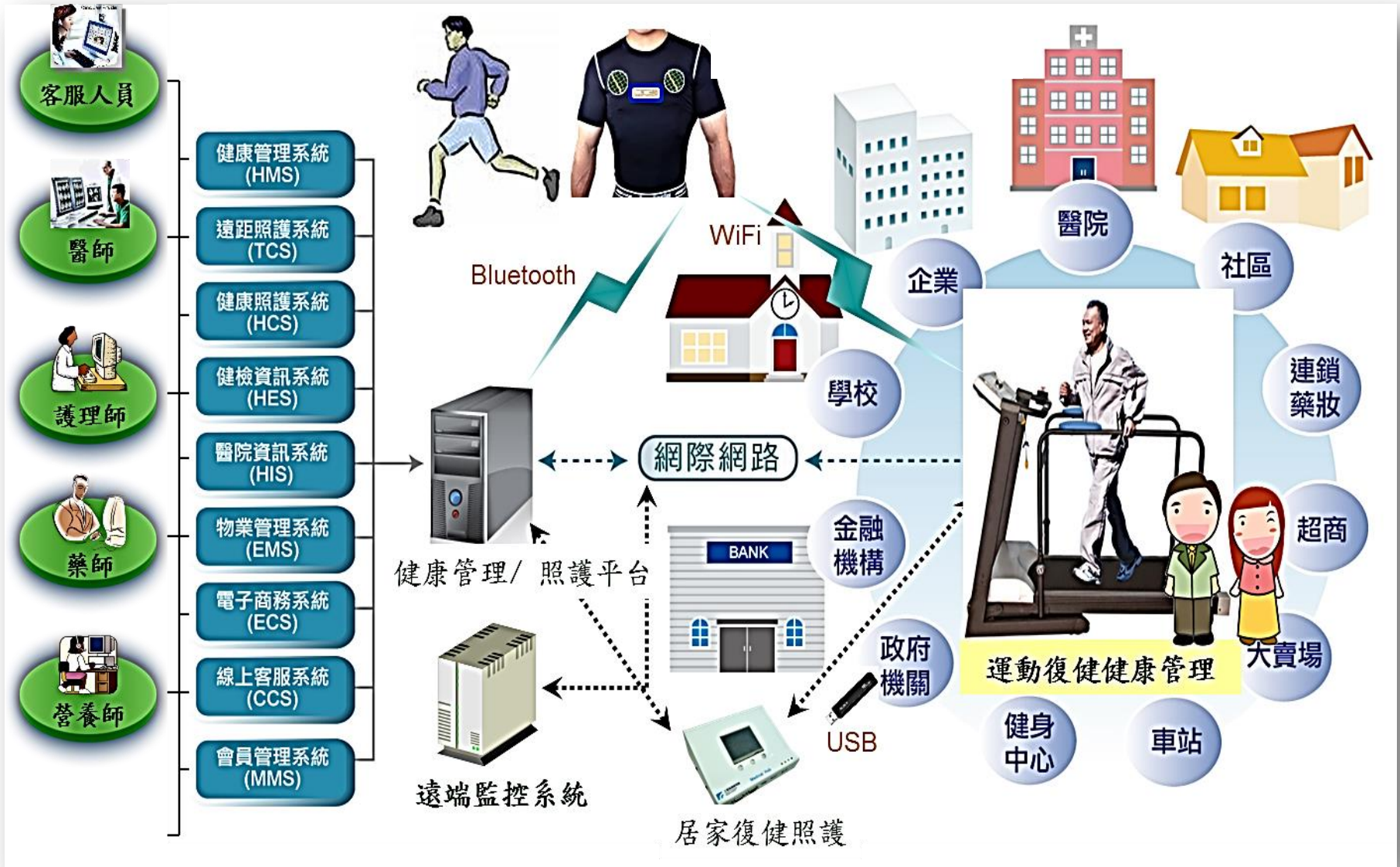


➤ ITRI 耐水洗發熱紡織品具快速升溫與節能特點，結合各式溫控電子模組，適合開發各式發熱相關產品。

2015年6月22日



- 前言
- 穿戴式產品需求與市場發展
- 導電紡織品的研發/開發與關鍵技術
- 工研院導電紡織品開發現況
- 結語



# 後續技術平台衍生加值



醫療診斷

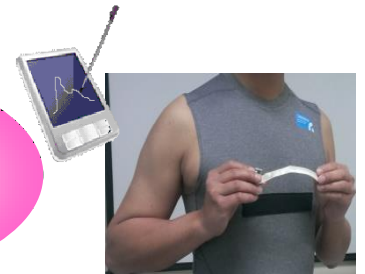


居家照護

智慧型紡織品

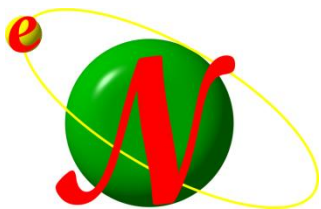


運動監測



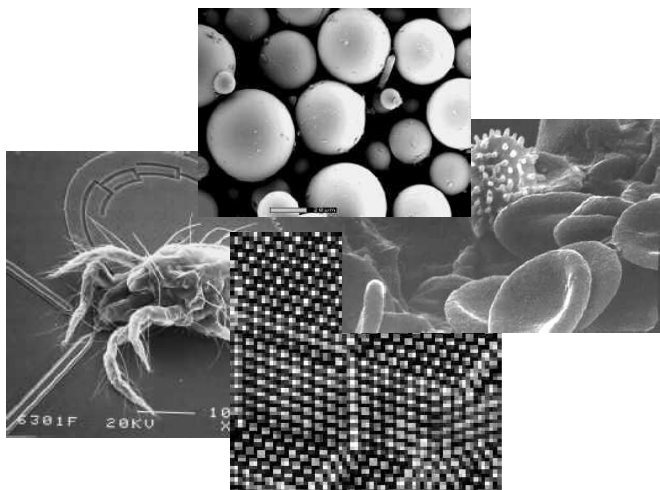
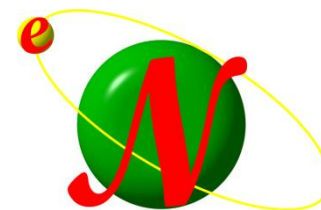
穿戴式產品





~THE END~

*Thanks for your attention*



2015年6月22日