

FABRIC 融入體育課程成效評估-以樂樂棒球揮棒為例

An Evaluation of Application of FABRIC in Physical Education curriculum:

An Case Study of Tee-ball barrel swing

¹黃昭銘

¹石賢明

¹宋順亨

¹汪光懿

¹Chao-Ming Huang

¹Xian-Ming Shi

¹Shun-Heng Sung

¹Kuang-Yi Wang

¹宜蘭市中山國民小學

¹Jhnog-Shan Elementary School, Yilan

摘要

由於行動科技與資料傳輸方式不斷創新，透過行動科技與具有資料收集與分析的 motion sensor 裝置開始進入現代人的生活之中，透過這些科技的協助不論在健康管理與監控上、或是輔助運動訓練方面都提供即時性的資料收集、回饋與分析，讓使用者可以隨時監控與掌握這些與健康、運動相關的資訊與歷程資料。

本研究主要探討 FABRIC (Framework of Authentic Big data Retrieved from Internet of things and Clouds) 融入國小體育課程樂樂棒揮棒課程，透過教學活動設計與行動科技協助，協助學生主動探討每次揮棒表現，發現問題並提出擬定解決問題策略，然後執行策略--資料分析--評估檢討--提出策略，透過這一連串的精緻化過程提升學生揮棒表現。

棒球打擊是眾多運動當中最困難的一種運動，當球從投手投出後打擊者大約只有0.3~0.5秒的決策時間決定是否進行揮棒、並完成跨步、旋轉腰部且透過手臂帶動球棒揮擊一氣呵成，目前國小體育課程為讓學生可以體驗揮棒樂趣，在基於安全考量之下教育部從1996年開始推廣樂樂棒球。此外，揮棒速度為影響打擊成效的關鍵要素之一，本研究目的主要是嘗試透過行動科技與具有資料收集、傳輸、分析與紀錄的 motion sensor 融入國小樂樂棒球體育課程，針對揮棒表現進行比較與分析。

本次研究主要針對國小樂樂棒球課程進行資料收集，收集的資料包含揮棒速度、手腕速度、擊球時間三個向度。參與研究為國小五年級學童，其中實驗組學生(n=20)接受FABRIC課程，而控制組學生(n=21)則沒有接受FABRIC課程，資料收集採用前、後測收集的方式進行。研究結果透過ANCOVA分析顯示實驗組學生在提高揮棒速度、手腕速度表現相較控制組學生達顯著差異，再降低擊球時間表現上實驗組學生也達顯著差異，研究結果顯示結合行動科技與感應器的 FABRIC 課程對於提昇國小樂樂棒球揮棒教學有正向影響。

關鍵字：行動學習、體育教育、樂樂棒球、穿戴式載具

Abstract

By means of great progress in computer technologies, the application of mobile learning enhances the performance of learning. Recently, the so-called motion sensors provide the function of monitoring, data collection and data visualization. This study tried to integrated these contemporary information technologies, including wearable devices, internet of things (IOT), Big Data and Cloud computing into the model of FABRIC (Framework of Authentic Big data Retrieved from Internet of things and Clouds).

This study tries to apply the model of FABRIC to instruction of Tee ball barrel swing practice. The instruction provides authentic and real swing data showing on the TV screen after every barrel swing. Every barrel swing performance and data will display in the form of data visulization. This visible data could guide the students to improve their next barrel swing.

This curriculum contains 5 periods of class. The sample comes from the 2 classes of 5th grader

(n=41). One class takes the FABRIC model instruction (experimental group, n=20) and the other class take traditional instruction (control group, n=21). Sequentially, all students processed 4 periods of classes and completed pre-test before formal instruction and finished the post-test after the whole 4 periods of class. Every hitting data were collected and analyzed. By means of ANCOVA and Pair-t statistic analysis, research reveals the FABRIC model can enhance the performance of barrel swing includes barrel speed, hand speed and time to impact significantly. Besides, the experimental group show the significant progress in their learning outcomes.

Keywords: Mobile learning, Physical Education, Tee-ball, Wearable Devices

1、前言

棒球號稱「國球」，棒球運動為國內最受歡迎的運動項目之一，教育部為了培養國人運動的習慣，以及運動安全考量之下從 1996 年開始大力推廣樂樂棒球(Tee-ball)運動從小扎根做起。多年推動之下樂樂棒球，不論是在教學活動或是下課課間活動都可以看到學生揮棒打擊，已經成為國小學生最喜歡的體育課程與活動之一。國內傳統體育課程實施大多以講授課程、反覆練習與分組練習與比賽方式為主，現階段多強調技巧與情意方面的學習，對於認知目標的學習、學習歷程與結果方面則較少著墨[1-3]。教育部雖然大力推動資訊融入教學活動，然而這些教學活動仍以語文、自然或數學方面為主，針對資訊融入體育科教學的相關研究較少[4]。

由於行動科技與資料傳輸方式不斷創新，透過行動科技與具有資料收集與分析的 motion sensor 裝置開始進入現代人的生活之中，透過這些科技的協助不論在健康管理與監控上、或是輔助運動訓練方面都提供即時性的資料收集、回饋與分析，讓使用者可以隨時監控與掌握這些與健康、運動相關的資訊與歷程資料。

國小樂樂棒球雖然與棒球運動所使用的運動器材有所不同，但是比賽的相關規則仍然是以揮棒打擊與護送隊友推進壘包與安全回本壘得分的方式進行，勝負的判定以對戰的隊伍雙方得分最高者為優勝方，因此影響得分的關鍵因素之一就是擔任攻擊方時的打擊表現。棒球運動中打擊的成效取決於球棒與球之間的能量轉換，球棒的動能來自於揮棒速度，因此提高學生揮棒的速度對於改善打擊能力有著正面的影響[5]。針對行動科技的發展與優勢，提出 FABRIC (Framework of Authentic Big data Retrieved from Internet of things and Clouds) 資訊應用模式，透過結合教學活動設計與行動科技協助，協助學生主動探討每次揮棒表現，發現問題並提出擬定解決問題策略，然後執行策略--資料分析--評估檢討--提出策略，透過這一連串的精緻化過程提升學生揮棒表現。

本研究旨在嘗試將 FABRIC 資訊應用模式導入到國小樂樂棒球體育課程活動規劃之中，透過前、後測的資料收集與分析評估接受 FABIRC 資訊應用模式樂樂棒球課程(實驗組)與傳統樂樂棒球教學(控制組)學生在揮棒練習中在揮棒速度、手腕速度與擊球時間三個向度的表現。

2、行動科技

近十年來行動科技、無線網路與電信數據傳輸技術大幅進步，讓資訊的取得與傳遞更加便利，尤其近年來透過高度具有行動性與具有雙向資料傳輸的行動載具讓行動學習在教育方面的應用加廣泛。行動學習具有機動性、便利性、即時性等優勢，在教學與學習上透過行動科技將原來受限的學習環境延伸到無線的空間，打破空間上的限制，進而推動終身學習的概念[6-8]。

在學習歷程中透過行動學習科技可以：1.滿足學習者需求的迫切性、2.提供學習者知識取得的主動性、3.學習環境的機動性、4.增進學習過程的互動性、5.提供具情境化的教學活動、6.教學內容與知識的整體性[9, 10]。透過這些行動科技的即時性與行動性等優勢可以記錄學生學習歷程資料，在學生學習中即時將學習表現與成效提供給學生回饋，引發學生概念改變動機，提供省思與後設認知學習機會[11]，在教學過程中提供老師檢視學生學習成效、進行教學診斷與補救教學等活動，換言之透過行動資訊科技除了提高教學品質與提高學習成效成效，另一方面更可以培養學習者後設認知學習能力。

行動科技不斷進步尤其近年來軟體與硬體整合應用、雲端資料儲存、處理與大數據應用、資料傳輸方式與速度方向都有長足的進步與應用，例如從雲端資料處理、儲存與應用方面來看，從隨身碟資料讀取發展到雲端儲存概念，進而發展到大數據架構；結合 GPS 衛星定位系統與無線網路科技的物聯網概念(Internet of Things)；在資料傳輸方式上，透過更高速的無線網路與行動數據傳輸頻寬提昇，以及藍芽無線傳輸科技發展更從一對一的方式進步到藍芽 4.2 規格；以及為因

應現代人的生活模式例如網路社群或是 Social Media 紛紛問世，讓學習者透過快速連結到 Facebook、Twitter、Instagram 等社交網站分享與紀錄個人表現，近年來透過社交軟體進行直播的方式提供更即時的影音訊息服務與分享。

3、FABRIC 資訊應用模式

現階段資訊科技包含物聯網(Internet of Things, IOT)、大數據(Big Data)、雲端運算與儲存(Cloud Computing)與資料傳輸科技(Wifi、藍芽與電信網路)，如何將這些科技整合並應用在教學現場，將是未來教學規劃與設計重要的資訊能力。目前已經有許多資訊公司結合上述科技推出許多資訊設備與相容的軟體 app。依照上述資訊科技與應用筆者提出 FABRIC 資訊應用架構(Framework of Authentic Big data Retrieved from Internet of things and Clouds)來推動資訊科技融入課程設計；從字面來看 FABRIC 主要是透過物聯網與雲端運算進行真實的數據收集與可視化資料的呈現，透過不同單一科技之各別功能(Point)，加以整合與應用形成線(Threads)讓資料可以互相流通與應用，最後將這些訊息整合進而編織成面(Fabric)，提供學習資料的完整性，其架構如圖 1 所示。

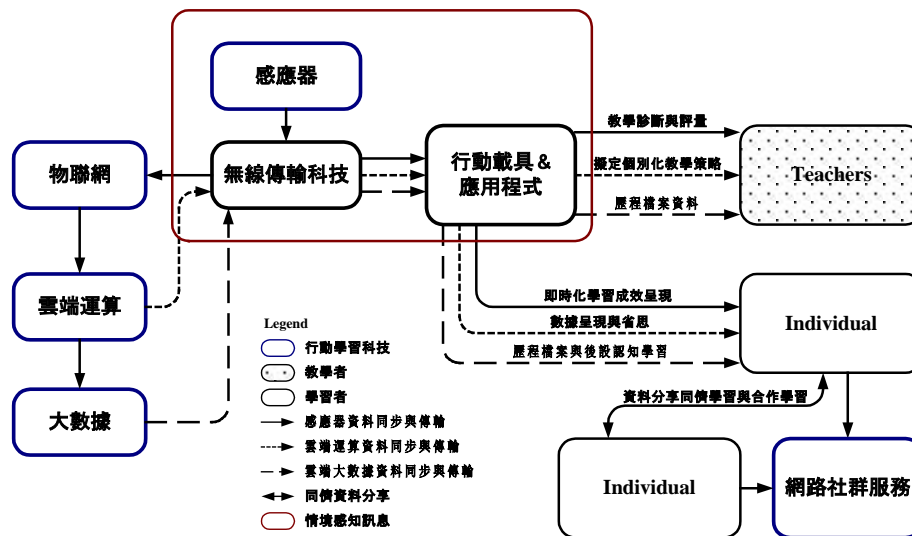


圖 1. FABRIC 架構圖

依照圖 1 來看，FABRIC 資訊應用架構主要透過具有收集與傳輸資料的感應器(Sensor)，並結合行動科技的工具，利用提供即時性學習成效回饋、可視化資料與真實學習情境，透過情境感知訊息(Context Aware)[12, 13]協助學生引發學生學習動機與資訊的完整性，配合大數據與雲端運算優勢記錄學習歷程，觸發概念連結與改變歷程引導學生進行思考與省思，進行有意義的學習活動，協助學生將新的知識與技能學以致用，並探索與應用在所面臨的生活周遭議題[14]。

4、揮棒打擊要素

棒球打擊是眾多運動當中最困難的一種運動[15]，一般來說當投手從投手丘投出時速度 130 公里球之後，大約在 0.3~0.5 秒左右球就會到達本壘板，換言之打擊者只有 0.3~0.5 秒的時間來完成兩個關鍵步驟：1.決定是否進行揮棒、2.如果決定揮棒便要接著完成跨步、旋轉腰部且透過手臂帶動球棒揮擊。

單就物理學的觀點來看，球棒與球的碰撞就是能量的轉換過程，能量的產生主要仰賴打擊者身體轉動與手臂進行揮棒，利用球棒的揮棒速度與與球棒的質量產生動能[16]，當球棒與球接觸的一剎那將球棒的動能轉移到球，而回擊球的飛行距離取決於當時所轉移的動能多寡，轉移的能量多寡也就決定球最後飛行的速度與距離。換言之，若摒除打擊者的心理因素，單從物理學的觀點來看，提高揮棒速度對於回擊球的飛行速度與距離有著正相關[5, 17]。

此外，揮擊動作力量是透過手腕來傳送到球棒，當身體肌肉產生的動能越大，身體轉動的速度快，相對的所帶動手腕的速度也越大，因此揮棒速度的多寡與手腕的速度有著正向的關係。

綜合上述說明，在棒球運動每次的投手球出手之後大打擊者的決策與揮棒時間需要在 0.3~0.5 秒完成[18]，打擊者的反應時間與決策時間的長短便扮演重要的角色，如果打擊者在打擊區準備打擊時，從球棒靜止到揮棒開始到碰觸球的距離為固定，以數學速度的公式來看：

速度 = 距離/時間

時間 = 距離/速度

假設在有效的揮擊情況之下，當打擊者將揮棒擊球時間縮短，揮棒的速度則會提升，對於揮擊後的所能夠轉換的能量越大。如果揮棒擊球時間增加，球棒的速度便會降低，所能產生的能量就會減少，回擊球所接受到的能量變會受到影響，最後導致飛行速度下降與飛行距離縮短，不容易形成安打。

傳統探究揮棒速度的研究在資料收集多仰賴高科技器材與專業軟體進行，所費不貲，對於國小階段而言不論是經費或是相關軟體操作人力資源都無法獲得協助[14]。如何協助基層體育教師導入科學化訓練，進行數據收集與分析，透過可視化資料、行動科技與完善課程規劃來提升學生對於打擊的興趣與認知概念是未來推動運動課程與素養能力刻不容緩的工作之一[19]。

5、研究方法

本次研究主要嘗試結合行動科技融入樂樂棒球揮棒課程，透過智慧型手機與揮棒記錄感應器收集與紀錄學生揮棒資料，分析與評估教學成效。資料的收集是利用行動科技與穿戴式載具進行揮棒數據的收集，所應用的行動科技包含揮棒感應器、智慧型手機、無線網路基地臺。透過揮棒感應器的功能與藍芽傳輸來收集球員每次揮擊的資料，針對所收集的揮棒資料進行分析，包含球棒速度、手腕速度、擊球時間三項。

本次課程的教學目標包含：

1. 能夠正確掌握握棒的動作（雙手緊靠）
2. 能夠瞭解揮棒擊球的規則能夠順利完成揮棒動作。
3. 揮棒時能夠以身體為軸心帶動手臂與球棒。
4. 能夠透過影片與數據分析自己的打擊優劣勢，並擬定改進計畫與訓練目標，自我訓練達成設定目標。
5. 能夠合作學習並樂於與同儕分享。
6. 能夠察覺個人揮棒資料與同儕間的差異。
7. 能夠接受個別化教學改進揮棒成效。
8. 能夠透過資訊科技與資料整合認識科技的應用。
9. 可以針對資料提出分析並提出改進策略。
10. 能夠瞭解揮棒要領與相關影響因子。
11. 能夠與同學共同討論與分享經驗。

依照上述教學目標規劃出四節課總共 160 分鐘課程，實驗組與控制組課程內容如表一所示。
表一、課程活動一覽表¹

節次	實驗組	控制組
前測		
第 1 節	透過教育雲、課程介紹揮棒打擊時的要領領域重點，並解說各項數據意義	透過教育雲、課程介紹揮棒打擊時的要領領域重點，並解說各項數據意義
第 2 節	進行揮棒動作練習、先備知識資料收集	進行揮棒練習（不提供感應器數據資料）
第 3 節	進行資料解說與分析、同儕學習、合作學習、擬定個別化練習重點	進行揮棒練習（不提供感應器數據資料） 進行同儕學習、合作學習
第 4 節	進行揮棒練習與資料收集 與後設認知學習	進行揮棒練習（不提供感應器數據資料）
後測		

本次參與研究的宜蘭縣境內某國小五年級學生，研究樣本為該年級兩個班級，一個班級為實驗組(n=20)，另一個班級為控制組(n=21)。實驗組學生接受表一中實驗組的教學課程，實驗組學生上課方式採用揮棒感應器進行數據收集，透過 Airplay 的方式將每次揮棒結果呈現在行動多媒體車上面，透過可視化資料的呈現提供學生情境感知學習機會(圖 2 所示)。控制組學生則採用傳統的教學方式進行(表一控制組課程)，傳統方式則是老師講解然後學生分組練習。為探究課程

¹ 詳細課程規劃請參閱

[20] 黃昭銘, 石賢明, 宋順亨, and 林旻增, "行動科技融入體育課程規劃-以樂樂棒揮棒教學為例," 電腦科學與教育科技學刊, vol. 6, pp. 13-26, 2016.

內容對於學習成效的影響，第一節課兩組學生接受相同的課程內容解說，第二、第三與第四節課開始控制組學生練習中不會利用行動多媒體車來呈現揮棒數據；實驗組學生則會透過行動多媒體車看到揮棒練習的相關數據。為了評估本次教學的成效，在課程實施前先進行前測資料收集，然後在第四節課程節數之後進行後測。本次課程主要在協助學生提供揮棒速度，因此在資料收集與分析上將採用感應器所分析的數據包含：1.揮棒速度、2.手腕速度、3.擊球區時間。揮棒速度主要是紀錄球棒在揮擊時碰觸到球的當時速度，手腕速度則是球棒與球碰觸時的手腕速度，擊球區時間則是當球棒開始揮擊後到碰觸到球的揮棒時間。球棒速度與手腕速度的單位為 km/hr，擊球區時間則是以秒為單位。

前、後測資料的收集主要讓學生進行 15 次揮擊，有效的揮擊主要是球棒要碰觸到球，當球棒把球揮擊出去後資料會開始進行雲端運算與分析，揮擊 15 次之後將數據取平均值，然後進行統計分析。



圖 2. 行動多媒體車與可視化資料示意圖

6、研究結果

針對本次樂樂棒球課程採用實驗組與控制組的方式進行，在課程實施前、後進行揮棒數據收集，每位學生在接受測驗時，分別進行十五次有效的揮棒練習，如果揮棒落空感應器不會有任何資料顯示，完成15次有效揮擊針對揮棒速度、手腕速度與擊球時間取其平均值然後進行統計分析，透過ANCOVA統計分析結果如表二所示。

表二、樂樂棒球實驗組與控制組前、後測共變數分析表(ANCOVA) (n=41)

	實驗組(n=20)		控制組(n=21)		ANCOVA	
	前測	後測	前測	後測	F(1, 85)	D
揮棒速度	Mean (SD) 59.45 (13.93)	Mean (SD) 74.09 (17.19)	Mean (SD) 52.56 (11.67)	Mean (SD) 51.95 (13.71)	8.55***	1.42
手腕速度	Mean (SD) 20.68 (8.02)	Mean (SD) 26.71 (7.82)	Mean (SD) 17.62 (7.89)	Mean (SD) 18.31 (7.29)	4.942*	1.11
擊球時間	Mean (SD) 0.27 (0.036)	Mean (SD) 0.22 (0.045)	Mean (SD) 0.24 (0.043)	Mean (SD) 0.24 (0.056)	10.167***	-0.39

*** p<.00 Cohen's d= $M_1 - M_2 / S_{pooled}$ (S_{pooled} = pooled Standard Deviation, S_{pooled})

從 ANCOVA 分析中顯示透過 FABRIC 資訊運用模式對於提高學生揮棒速度($F_{(1,38)}=8.55$ $p<.00$)、手腕速度($F_{(1,38)}=4.942$ $p<.05$)達顯著水準，再縮短擊球時間($F_{(1,38)}=10.167$ $p<.00$)也達顯著差異。在 effect size 方面，在揮棒速度、手腕速度方面顯示 FABRIC 資訊應用模式融入樂樂揮棒課程呈現高度效果量($d>0.4$)。在擊球時間方面則為中度效果量($0.4>d>0.25$)。

為了深入瞭解實驗組與控制組學生分別在接受課程前、後的表現，在統計分析中將實驗組與控制組學生分別進行成對樣本 t 檢定分析，將實驗組結果製成表三，將控制組分析結果製成表四。

表三、實驗組前、後測成績分析比較表(n=20)

	平均數差異	t
Pair 1 前測揮棒速度-後測揮棒速度	-14.641	-6.336***
Pair 2 前測手腕速度-後測手腕速度	-6.034	-4.589***
Pair 2 前測擊球時間--後測擊球時間	0.043	4.201***

*p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001 by pair t-test

從表三顯示，實驗組學生在前、後測的表現在揮棒速度與手腕速度兩方面的進步達顯著差異(p<.000)，在縮短擊球時間方面則達顯著差異(p<.000)，結果顯示 FABRIC 資訊應用模式融入樂樂棒揮棒課程教學對於提高學生揮棒速度、手腕速度與縮短擊球時間有顯著差異。

在表四中則顯示傳統教學方式提昇揮棒速度與手腕速度，以及縮短擊球時間的前、後測兩者表現均未達顯著，結果顯示學生經過傳統式教學方式揮棒速度、手腕速度、擊球時間並無顯著差異。

表四、控制組前、後測成績分析比較表(n=21)

	平均數差異	t
Pair 1 前測揮棒速度-後測揮棒速度	0.612	0.412
Pair 2 前測手腕速度-後測手腕速度	-0.689	-0.779
Pair 2 前測擊球時間--後測擊球時間	-0.037	-0.31

*p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001 by pair t-test

7、結語

本研究主要探討 FABRIC 資訊運用模式融入樂樂棒球揮棒練習課程之成效評估，透過實驗組與控制組進行前、後測資料收集，以及 ANCOVA 與成對樣本 T 檢定的方式進行統計分析。研究結果顯示接受 FABRIC 資訊應用模式的實驗組學生在提高揮棒速度、手腕速度達顯著水準，此外再降低揮棒速度表現上實驗組學生也達顯著水準，顯示 FABRIC 融入體育課程對於提升學生揮棒表現相較傳統教學課程達顯著差異。

在就實驗組與控制組學生在比較前、後測進步的表現，透過成對樣本 T 檢定分析，結果顯示實驗組學生在後測揮棒表現上明顯優於前測表現，例如揮棒速度與手腕速度的提昇，或是降低擊球時間都達顯著差異。反觀控制組學生在揮棒速度、手腕速度與擊球時間三者的表現則無顯著差異。

本次課程透過統計分析進行成效評估，更針對實驗組學生對於 FABRIC 資訊融入課程活動在課程結束後進行開放式問卷的填寫，主要針對使用感應器對於練習的感想，以及對於傳統練習時的差異。實驗組學生對於感應器的使用大多保持正向的看法，例如可以提昇揮棒能力、透過資訊科技融入課程提供即時資訊與可視化資料，協助學習者進一步瞭解揮棒時的優、缺點，並進行立即改進；此外針對本次課程與傳統訓練課程的差異，學生表示透過揮棒感應器的協助可以讓學生瞭解自己的揮棒表現，透過每次揮棒之後在行動多媒體車上所顯示的可視化資料提供學習者評估每次揮棒策略的成效與改進依據，而且透過老師即時協助或補救教學更可以清楚看到自己的進步，這是傳統教學無法提供的優勢。

12年國教將在108年正式上路，新課綱強調素養與能力的培養與終身學習的重要性發強調知識、能力與態度三個面向的發展與學習，對於學習成效評量著重整體性與連續性，透過長期追蹤學習者的能力養成[21]，並透過自主學習、溝通互動與社為參與三個面向培養未來公民。未來體育教學更需要著重：1.以學生為學習主體的學習情境，2.規律運動增進健康的素養，3.樂趣化學習啟發生命潛能，4.互惠合作促進團隊的精神，5.跨領域學習培養美感素養，6.輔助教學提昇科技素養[22]。換言之，未來體育教學可以朝向多元自主教學活動，教學內容結合科技提高學習樂趣進而培養規律運動好習慣。

參考文獻

- [1] 鐘敏華，「運用「圖像組織」增進體育課認知目標學習」，學校體育，第 111 期，民國 98 年，頁 33-37。
- [2] 羅凱暘，「從「教學研究焦點」談提昇體育教學效能實務」，學校體育，第 111 期，民國 98 年，頁 27-32。
- [3] 曹江南，「發揮創意-提升體育教學效能」，學校體育，第 86 期，民國 94 年，頁 50-54。

- [4] 王勝威,「應用資訊科技輔助體育教學理念之探討」,學校體育,第119期,民國99年,頁110-114。
- [5] 陳幸華,涂瑞洪,「影響棒球打擊表現因素之討論」,屏東教大體育,第12期,民國97年,頁340-347。
- [6] 黃昭銘,游育豪,「行動科技融入國小球隊訓練經驗分享--以改善棒球揮棒成效為例」,學校體育,第149期,民國104年,頁99-108。
- [7] 教育部,國民教育階段九年一貫課程總綱綱要。台北:教育部,民國87年。
- [8] H. Kynaslahti, "In search of elements of mobility in the context of education," in *Mobile learning*, H. Kynaslahti and P. Seppala, Eds. Finland: IT Press, 2003, pp. 41-48.
- [9] 吳明隆,「以數位化行動學習迎接新挑戰」,T&D飛訊,第124期,民國100年,頁1-21。
- [10] Y. S. Chen, T. C. Kao, and J. P. Sheu. "Realizing outdoor independent learning with a butterfly-watching mobile learning system," *Journal of Educational Computing Research*, vol. 33, pp. 395-417, 2005.
- [11] J. Moreno and D. Saldana, "Use of a computer-assisted program to improve metacognition in persons with severe intellectual disabilities," *Research in Developmental Disabilities*, vol. 26, pp. 341-357, 2005.
- [12] G. J. Hwang, "Definition, framework and research issues of smart learning environments a context aware ubiquitous learning perspective," *Smart Learning Environments*, vol. 1, pp. 4, 2014.
- [13] G. J. Hwang, C. C. Tsai, and S. J. H. Yang, "Criteria, Strategies and Research Issues of Context-Aware Ubiquitous Learning," *Educational Technology & Society*, vol. 11, pp. 81-91, 2008.
- [14] 黃昭銘,游育豪,宋順亨,劉孟竹, and 鄭文玄,「行動科技融入體育教學應用-以FABRIC架構為例」,電腦科學與教育科技學刊,第7期,民國106年,頁53-64。
- [15] 龔榮堂,「球棒重量與揮棒速度之研究-以2005年中華成棒培訓隊為例」,運動生物力學研究彙刊,第2期,民國95年,頁55-56。
- [16] J.Garhammer, "Kinesiological Analysis of Hitting for Baseball," *National Strength & Conditioning Association Journal*, vol. 5, pp.70-71, 1983.
- [17] 陳冠任,「樂在樂樂棒球的打擊」,國教新知,第53期,民國95年,頁108-110。
- [18] 潘亮安,劉雅甄,「甲組優秀棒球選手打擊狀況優劣之個案追蹤分析」,華人運動生物力學期刊,第9期,民國102年,頁1-10。
- [19] C.-L. Lai, & G.-J. Hwang, "A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in mathematics course," *Computers & Education*, vol.100, pp.126-140, 2016。
- [20] 黃昭銘,石賢明,宋順亨, and 林旻增,「行動科技融入體育課程規劃-以樂樂棒揮棒教學為例」,電腦科學與教育科技學刊,第6期,民國105年,頁13-26。
- [21] 教育部,十二年國民基本教育課程綱要總綱,台北:教育部,民國103年。
- [22] 劉先翔,「十二年國教之學校本位體育特色課程規劃-以桌球運動為例」,學校體育,第161期,民國106年,頁27-37。

