

## 參、研究方法與步驟

本研究方法與步驟共分為七個部分：一、研究對象，二、實驗日期與地點，三、實驗儀器與設備，四、實驗儀器同步方式，五、場地佈置與準備，六、實驗方法與步驟，七、實驗資料處理方法，八、統計分析等八個部分來加以說明。

### 一、研究對象

本研究是以受過拔河進攻動作後退步嚴格訓練之第五屆亞洲盃台灣男子代表隊，也是近三年來皆獲選為國家代表隊之主要八位拔河選手，針對拔河起步動作後隨即實施「日本後退步」與「歐洲後退步」的拔河進攻動作下，所蒐集之運動學與動力學資料進行分析。受試者基本資料如表3-1：

表3-1 受試者基本資料

編號	體重 (公斤)	身高 (公分)	年齡 (歲)	拔河訓練時間 (年)
A1	72	176	19	2
A2	76	174	25	3
A3	73	175	25	7
A4	73	175	23	7
A5	75	175	21	7.4
A6	68	168	21	7
A7	74	170	24	7.4
A8	71	180	19	2.4

## 二、實驗日期與地點

實驗時間：民國九十三年十月十八日。

實驗地點：國立台灣師範大學分部運動生物力學實驗室。

## 三、實驗儀器與設備

本研究所採用的主要儀器與設備，包括有下列四部份：

### (一)、RedLake 3D 影片分析系統

包括兩台Redlake 黑白高速攝影機與電腦主機兩部。

### (二)、測力板系統

包括測力板一塊（Kister 9287型）、放大器（Amplifier）一台及電腦主機一部。

### (三)、其他設備方面

1. 型號TOR110拔河鞋及黑襪各八雙。
2. 黑色緊身褲及比賽拔河衣八件。
4. TWIF規格比賽拔河繩一條。
5. TWIF拔河道。
6. Peak 3D 參考架一組（17點）。
7. 訊號線兩條。
8. 反光球42個。

8. 號碼牌二組。
9. 照明燈兩盞。
10. 電源線及延長線兩條。



圖3-1 TWIF拔河道

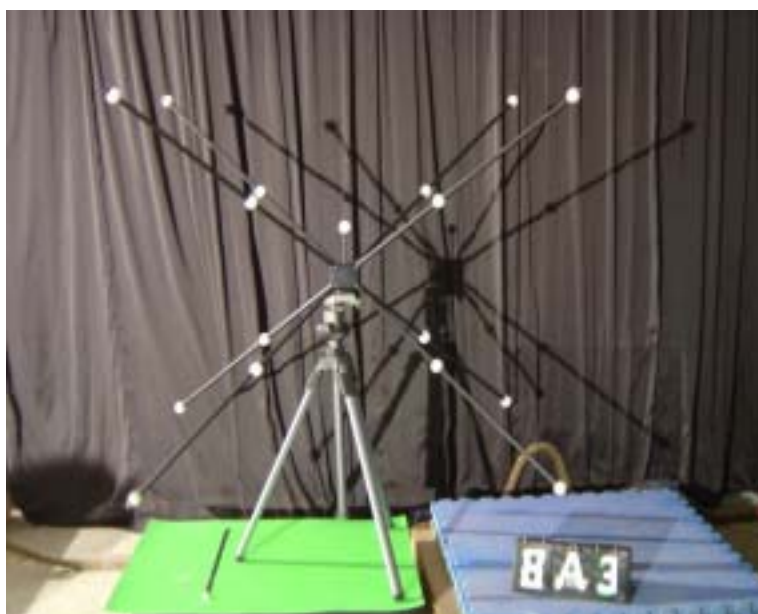


圖3-2 Peak 3D 參考架 (17點)

#### (四)、資料處理方面

1. 運動學分析軟體則使用Kwon3D 3.1 版分析。
2. 動力學分析軟體則使用Bioware 3.2 版分析。

#### 四、實驗儀器同步方法

為了同步蒐集運動學及動力學的資料，本實驗所使用之同步方式是將訊號線從測力板上 Output 接於 Redlake (Master) 連接線中 Trigger 接頭，再使用一條訊號線連接兩台電腦，訊號線分別接於攝影機 (Master) 的 Lock out 線頭及攝影機 (Slave) 的 Lock in 線頭，當實驗開始時，由測力板之 Bioware 軟體來啟動同步，此時攝影機 (Master) 的主機傳送訊號給攝影機 (Slave)，啟動影像錄製動作。

## 五、場地佈置與準備

(一) 儀器參數設定及準備工作包含下列八個部分：

1. Redlake攝影機與光圈之調整，並將拍攝頻率設定為60HZ，快門(Shuttle)設定為1/300秒。
2. 測力板截取頻率設定為600HZ。
3. 照明燈置於攝影機正上方面向受試者。
4. 攝影機影像之調整。
5. 測力板上黏貼固定TWIF正式比賽拔河道。
6. 反光貼紙、Peak 3D 參考架之準備與架設。
7. 在受試者頭部中心、左右耳、左右肩關節、左右肘關節、左右腕關節、左右中指指跟、左右髁關節、左右膝關節、左右踝關節、左右足後跟、左右第五蹠趾關節等21點貼上反光點。
8. 受試者穿著拔河鞋於貼在測力板上的正式比賽拔河道進行施測。

(二) 本研究之各項儀器經準備就緒後，即進行實驗場地佈置，佈置情形如圖3-3所示。

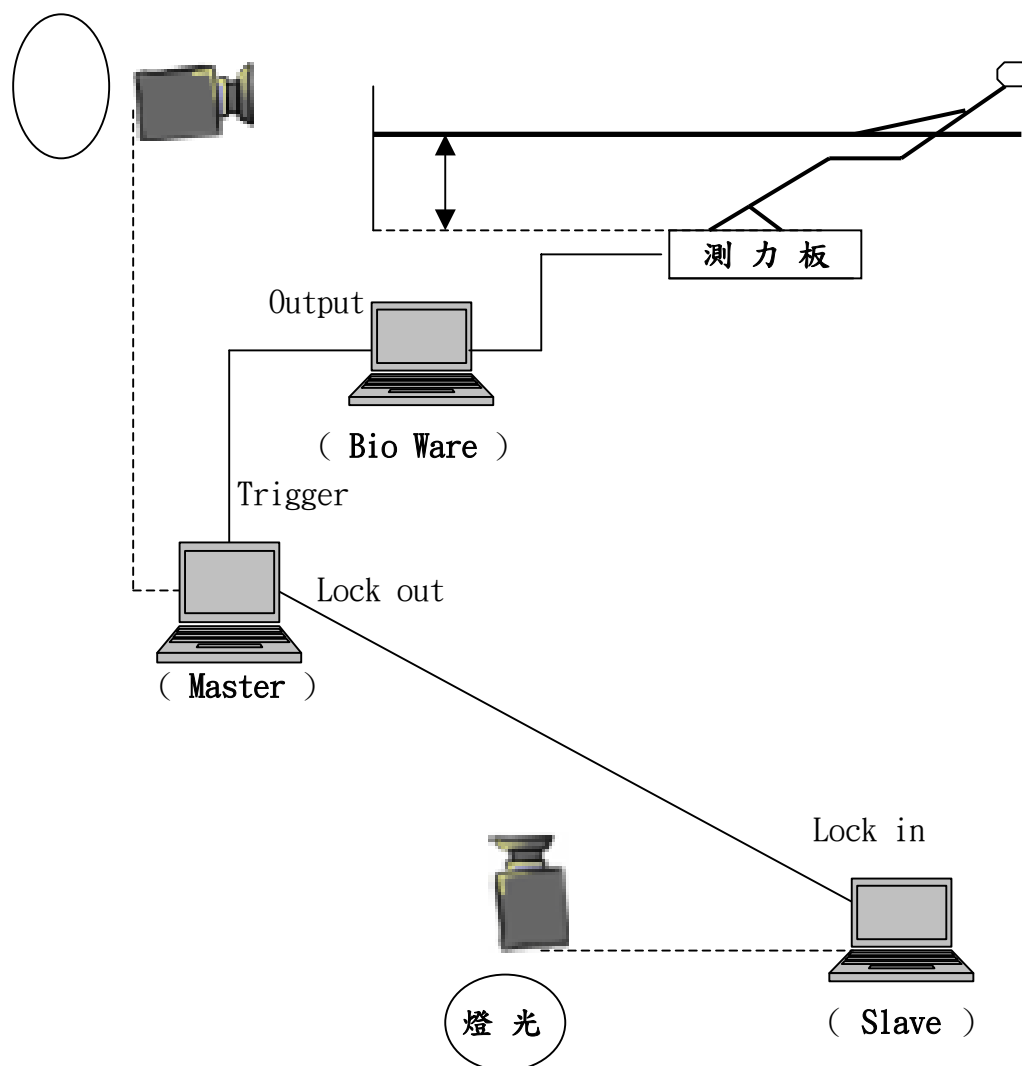


圖3-3 場地佈置圖

## 六、實驗方法與步驟

- (一)、架設攝影機，並調整所拍攝之範圍與儀器同步之設定。
- (二)、拍攝3D 座標參考架。
- (三)、告知受試者實驗流程及填寫基本資料與實驗同意書(如附錄二)。
- (四)、換上黑色緊身褲及拔河衣和TOR110拔河鞋，並黏貼反光球。
- (五)、受試者先行30分鐘的熱身伸展，以避免運動傷害產生；為使受試者能達到比賽穩定的最佳狀態，受試者需於佈置好的場地先行操作實驗之動作數次，以增加本實驗之準確性，再進行實驗拍攝。
- (六)、收集資料的範圍為受試者於拔河起步動作後隨即進行拔河進攻動作的這段過程，而每一次收集資料的時間為6秒鐘，針對兩種進攻動作分別測試3次。
- (七)、每次測試完後，請受試者休息5分鐘，若受試者表示尚未完全恢復時，則需再延長休息時間，方可進行下一次的測試，以避免疲勞因素的影響。
- (八)、為避免組內受試者受實驗處理順序與疲勞因素的影響，實驗次序以平衡次序 (Counterbalanced order) 的方式進行。
- (九)、拍攝3D 座標參考架。

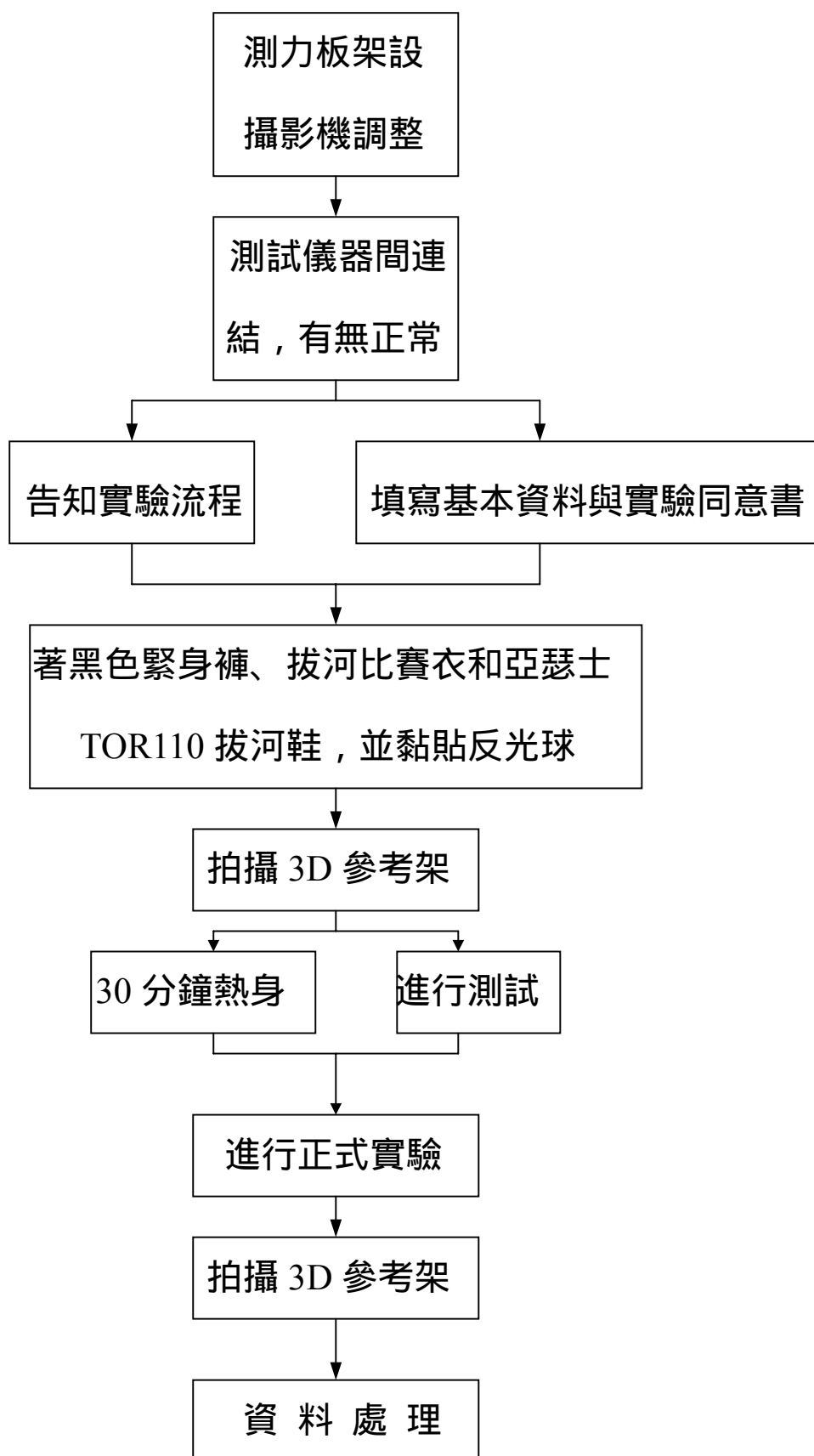


圖3-4 實驗流程圖



## 七、實驗資料處理方法

本實驗所得的影像資料，透過 Redlake camera 影像擷取軟體將之轉換成 Kwon3D 3.1 動作分析系統可讀取之格式，之後再由Kwon3D 3.1動作分析系統進行直間線性轉換（DLT）與各參數的運算，其中三度空間的絕對直角座標與場地的相對關係如圖3-5所示，拉繩方向定義為Y軸，垂直方向定義為Z軸，與拉繩方向垂直的方向定義為X軸。

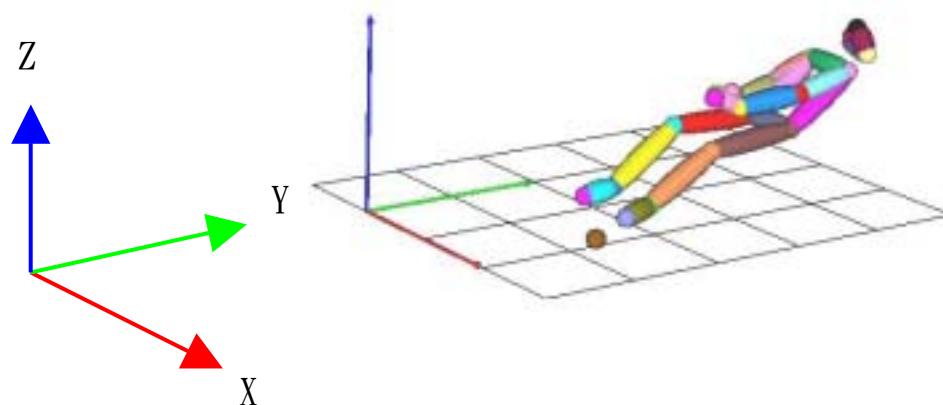


圖3-5 座標方向軸定義圖

### （一）、人體肢段模型

在人體模型方面，設定關節位置共二十一個標誌點（Landmark），以及握繩位置一個標誌點，此外，將人體簡化成十四個肢段（Segment）（圖3-4）。以肢段近端及遠端的兩個點（關節點）來代表肢段位置，頸部包含在頭部內，軀幹則不考慮脊椎的彎曲。

1. 二十一個人體標誌點 (Landmark) 為：

頭的中心位置、右耳、左耳、右肩關節、左肩關節、右手肘關節、左手肘關節、右手腕關節、左手腕關節、右中指根部、左中指根部、右腕關節、左腕關節、右膝關節、左膝關節、右踝關節、左踝關節、右腳跟、左腳跟、右腳尖、左腳尖。

2. 十四個人體肢段 (Segment) 為：

頭、軀幹、右上臂、左上臂、右前臂、左前臂、右手掌、左手掌、右大腿、左大腿、右小腿、左小腿、右足、左足。

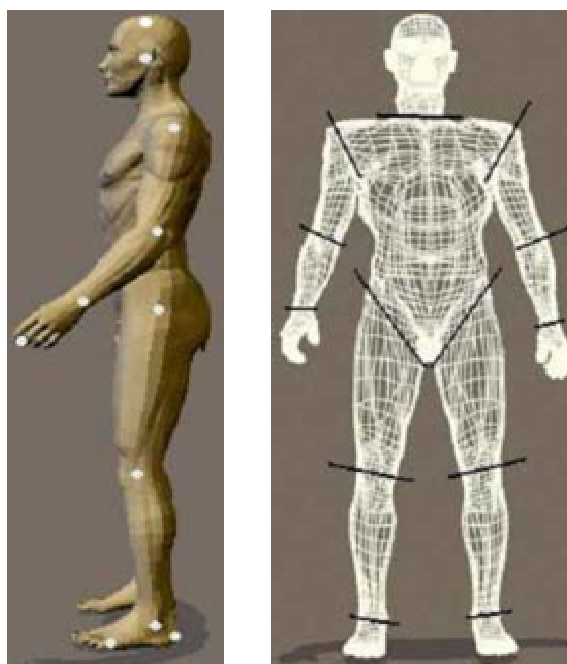


圖3-6 人體標誌點、肢段模型

(二)、運動學資料數位化的過程

本研究是使用Kwon3D 3.1 動作分析系統，分別點取二部攝影機拔河拉

繩動作的人體二十一個關節標誌點及一個握繩位置標誌點，透過三度空間座標系統資料的直接線性轉換後，即可獲得實際的三度空間座標值。有關整個數位化的原理與過程說明如下：

### 1. 直接線性轉換 (DLT)

利用影片分析三度空間座標時，取影片座標與空間座標的線性關係來計算空間座標的方法，稱為直接線性轉換法 (DLT)，它必須以控制點來計算轉換常數，並依兩部攝影機的轉換常數來計算空間座標 (王金成等人，1990)。其計算攝影機常用的方法，是以12個方程式計算11個轉換常數，方法如下：

設 攝影機號碼  $i=1, 2$  ； 控制點號碼  $j=1, 2, \dots, n$

$U_{ij}$  = 控制點  $j$ 、攝影機  $i$  的水平座標

$V_{ij}$  = 控制點  $j$ 、攝影機  $i$  的垂直座標

$A \sim K$  為轉換常數 ；  $x$ 、 $y$ 、 $z$  為控制點的空間座標

其線性關係如下：

$$\begin{aligned} U_{ij} &= \frac{A \cdot x_j + B \cdot y_j + C \cdot z_j + D}{E \cdot x_j + F \cdot y_j + G \cdot z_j + 1} \\ V_{ij} &= \frac{H \cdot x_j + I \cdot y_j + J \cdot z_j + K}{E \cdot x_j + F \cdot y_j + G \cdot z_j + 1} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (1)$$

利用六個以上的控制點，即可將方程式以行列式表示，並以最小平方 (Least square method) 計算出  $A \sim K$  共11個轉換常數，其寫法如下：



## 2. 資料的修勻

從影片轉換過來的座標數據稱為「原始數據」(Raw data)，而原始數據中常常參雜有干擾(Noise)，這些干擾的來源包括攝影機的震動、數位化過程的人為判斷誤差或是轉換過程中的一些隨機誤差...等(Winter, 1990)，所以，利用數字平滑技術以降低誤差的方法就顯得相當重要。本研究採用的平滑方法是Kwon3d 3.1動作分析系統提供的零相位移數位濾波法(Butterworth fourth-order zero lag digital filter)將數位化後的原始資料加以修勻，其修勻的方程式如：

$$X^1(nT) = a_0 X(nT) + a_1 X(nT-T) + a_2 X(nT-2T) + b_1 X^1(nT-T) + b_2 X^1(nT-2T) \dots \quad (3)$$

$X^1$ ：為修勻後的座標資料

$X$ ：為未修勻的原始座標資料

$nT$ ：為第 $n$ 個採樣畫面

$(nT-T)$ ：為第 $n-1$ 個採樣畫面

$(nT-2T)$ ：為第 $n-2$ 個採樣畫面

$a_0 \dots b_2$ ：為過濾係數

本研究的數位濾波法中，選用的截止頻率(Cutoff frequency)是6 Hz；修勻的方代是以原始數據帶入公式(3)中從頭至尾過濾一次，是為二階低通濾波(Butterworth-type low-pass filter of second order)，可是這將會在截止頻率處有90度的滯後相移(Phase lag)，而產生相失真(Phase

distortion)，所以為了消除此滯後相移的情形，則再將修勻後的資料自尾至頭修勻一次，使相位前移90度，此即為零相位移數位濾波法。

## 八、統計分析

本實驗主要是應用兩臺 Redlake 高速攝影機與測力板配合Kwon 影片分析系統電腦軟體及 Bioware 電腦軟體，針對八人制室內拔河進攻動作後退步做運動學及動力學分析。在統計部分則利用相依樣本t考驗來比較兩種不同拔河動作型態後退步間參數的差異，並以皮爾遜積差相關方式 (Pearson' s product-moment correlation) 進行相關比較。使用之統計軟體為SPSS 12.0 版，本實驗之顯著水準訂為  $\alpha = .05$ 。