

足球選手在比賽中、移動距離與 移動速度之基礎研究

呂桂花

中文摘要

本研究的目的是嘗試能正確的計算出選手在球場上的實際位置，客觀的知道球場上的選手的移動距離，移動速度，以大學女子足球隊22名選手為對象，實施5對5一場，3對3二場的小型比賽，利用2台VTR從比賽開始到結束，時間同期、固定攝影，所分析的結果如下：

1. 本方法在預備實驗時所測得的計測誤差為4%。
2. 二種不同人數的比賽方式中，平均移動距離約為1100m左右。在3對3的比賽中，選手移動的距離比5對5的比賽來的長，這是因為人數較少，而形成較多的空間，但是，各位置間並未出現顯著的差異。
3. 移動步幅0.5m~1.0m是最頻值，1.5m以下的分布最多，1.5m以上的分布則約佔1%左右。
4. 在平均移動速度方面，3對3比5對5在比賽中進行較快速度的展開，3對3和5對5的相同位置間的t檢定結果，除FW之外，出現 $P < 0.05$ 的顯著水準。
5. 平均移動速度的分布傾向都集中在0.1m/sec~4.0m/sec，這個速度的移動約佔全體的80%，高於4.0m/sec以上的速度則非常少。

ABSTRACT

The purpose of this study was to measure distance travelled by players at the mini soccer game.

Two video-cameras were used to tape either side of the soccer ground, which was $42.10\text{m} \times 12.70\text{m}$, from beginning to end.

The analysis was conducted on 22 players, including 8 defenders, 8 midfielders and 6 forwarders. The moving distance and moving speed were computed.

The following results were obtained from this study.

1. The maximum deviation of measurement was 4%.
2. The average distance travelled by players at two different games was about 1100m. The distance travelled at 3-vs-3 games was farther than that travelled at 5-vs-5 game, but no significant differences were found between 5-vs-5 and 3-vs-3 game.
3. Moved stride lengths of 1 m was about 50% of whole game.
4. The 3-vs-3 games showed higher average moving speed than 5-vs-5 game, and indicated significant ($P < 0.05$) differences.
5. The sum of low moving speed ($0.1\text{m/sec} \sim 4.0\text{m/sec}$) was about 80% of whole game and the higher moving speed which was over 4.0m/sec showed a reducing percentage.

一、研究動機：

自1930年代起，爲了要知道球類運動的比賽中選手或球的移動，有關於這方面的研究逐漸被展開。隨著日新月異、日漸普及的電腦、攝影機……等等科技精品的結合，從最早期的記述法、錄音法、三角法發展到現今在身體動作分析上較精確且常用的DLT法。可是，目前DLT法的利用多偏向於單純且不具複雜性的運動項目和從透過VTR所看到的畫面的近處（鉛直）之分析、而又因爲VTR camera的設置並非是在球場的正上方，因此VTR的畫面也不是球場的精確縮尺，因此如何從VTR畫面來算出2點間正確的距離，具有很大的興趣。

二、研究目的

本研究的目的是嚐試能正確的計算出選手在球場上的實際位置，以利於做足球選手的動作分析時，能客觀的知道球場上的選手的移動距離，移動速度，所實施的基礎研究。

三、文獻探討

足球選手在比賽中，為配合其Play的目的，做很多各式各樣的移動。這些移動分為直接接觸球的踢球、頂球、盤球等等，伴隨著技術的移動，和間接的為了攻擊、守備的移動二種。

在比賽中，測定選手的移動距離的研究，對於貢獻於提升足球競技的競技力，可分為二種內容：一為體力訓練的基礎資料、如：1)比賽中移動距離的變動，2)各種移動速度的持續時間，持續距離的比率，3)運動動作方式的轉換…等等。另一為有關於戰術方面的，如：1)運球或盤的距離，2)占有球的時間，3)移動圖……等等。

到目前為止，有關這種移動的研究目的都是儘可能在實際的場面裡，立刻掌握選手的動向，將其結果提供給教練或指導者作為了解自己的球隊或比賽對手的狀況的一種參考資料。從這樣的理由發現，無論從質或量的面來分析接觸球和不接觸球的二種移動都是非常重要的事。

戶苺¹¹⁾(1967)為提升參加墨西哥奧林匹克的日本選手的競技力，了解比賽中選手移動的量，而開始做有關這方面的基礎研究。利用具有測定經驗的足球經驗者2名來提任1名選手的測定。將選手的移動記入球場的縮尺用紙，再使用Curvimetre算出實測距離。根據堀口¹⁰⁾(1968)、石崎1)(1988)的研究文獻記載著「這個方法的誤差範圍是2~5%」。可是，大橋⁶⁾(1983)指摘「這個方法的正確性全部依靠測定者，對這點仍舊有疑問之外，確實具有比較簡便，並且能計測出大約的移動距離的利點」。

梶山⁸⁾(1969)利用Analyser 測定行動內容別所需要的時間記錄於旋轉速度50mm/sec的記錄紙上，再算出距離。可是，梶山報告實驗上所使用的記錄紙的旋轉速度較慢、因此所測得的移動距離有些問題。

近年來，由於電腦的普及，有關於這方面的研究、利用比較客觀的資料收集方法、逐漸被嚐試。大橋⁵⁾⁶⁾(1979)(1983)應用三角測量法，在比賽場地外的2點，利用捕捉角度變化為目的的照準器來追蹤移動中的選手，將其角度變化轉換為X、Y平面座標，再算出移動距離、移動速度。這些

值經VTR system 的再生畫面觀察加以修正，再用3點移動平均法來平滑化(smoothing)、其結果顯示、直線的移動誤差為+0.5%，圓的移動誤差為1%，相當接近實際距離的值。

戶茆¹²⁾(1986)、石井²⁾(1990)指摘這個三角法可以很正確捕捉重要位置選手的移動，可是事實上，這個方法要同時測定2名比賽選手是有困難的。

山中¹³⁾(1986)將比賽中的選手的運動內容實況錄音於錄音機內來收集資料，求出其運動內容別的時間及次數頻度。可是，測定者的視差問題，由視覺的捕捉到錄音的時間誤差，都是必須再考慮的問題。

以上檢討了所列舉的各種測定法，均是在努力滿足科學研究的妥當性、正確性、經濟性、信賴性的四個基本性質。可是像足球運動要客觀的記憶很多的場面，分析比賽中時時刻刻在變化的每一位選手的動向，無論是從比賽球場的寬度，運動技術的複雜性等等的理由來看，至目前為止，仍存有非常困難而未能解決要素。

四、研究方法與步驟

1. 預備實驗

描繪一個橫20m,縱30m的球場，橫、縱的周圍每各5m處設置一個畫面標識用的peg，用35mm still照相機和VTR來攝影收錄（如圖1）。池上³⁾(1991)報告：「實際上，大多數的畫面分析都是將畫面放映在Digitizer上，在Digitizer的面(Digitizing plane 或是Comparator plane)上求出其座標，…也就是說，先假定可以直接從畫面上求出座標，如果在這樣的假定之下，不議論測定誤差時，所導出的計算方法及手續和實際所做的完全相同，同樣的在VTR畫像上這個理論也成立」。如此，從VTR的畫像所求得的值和基準點（已知的值）順序連接成的線分總和（相當於移動距離）比較後的計測誤差為4%。

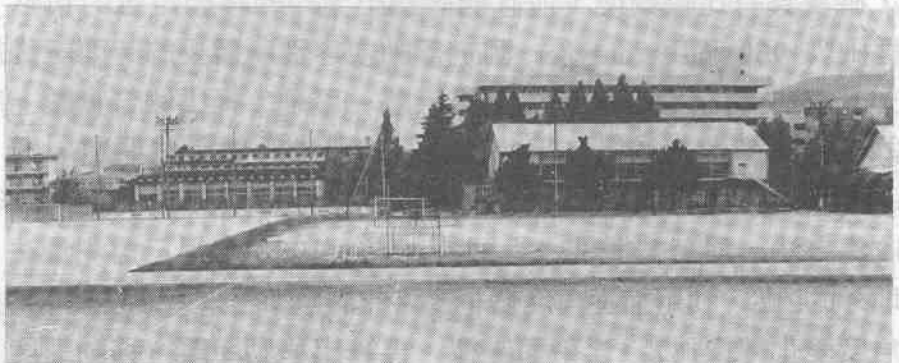


圖1:利用35mm still Camera拍下的照片

2. 本實驗

本實驗於80年11月13日神戶女子大學足球場實施，使用2台VTR在可以收錄的範圍內描繪一個縱全長42.10m，橫全長12.70m的練習用球場，被測試者為神戶女子大學足球隊選手，職司位置為DF8名，MF8名，FW6名共計22名為對象，賽前先決定各選手所擔任的位置，每15分鐘交換，5對5的比賽一場，3對3的比賽二場，共計舉行三場，並使2台VTR固定同期攝影（如圖2）。

計測基準點是以選手接觸到球場的腳的腳尖部為準，來進行追蹤，從每1/60秒的VTR的再生映像中描出各選手的移動軌跡，利用VTR動作解析system（大阪商社）、分析出個個選手的移動距離、移動速度、移動圖。Loss time 的play則不在計測範圍內。

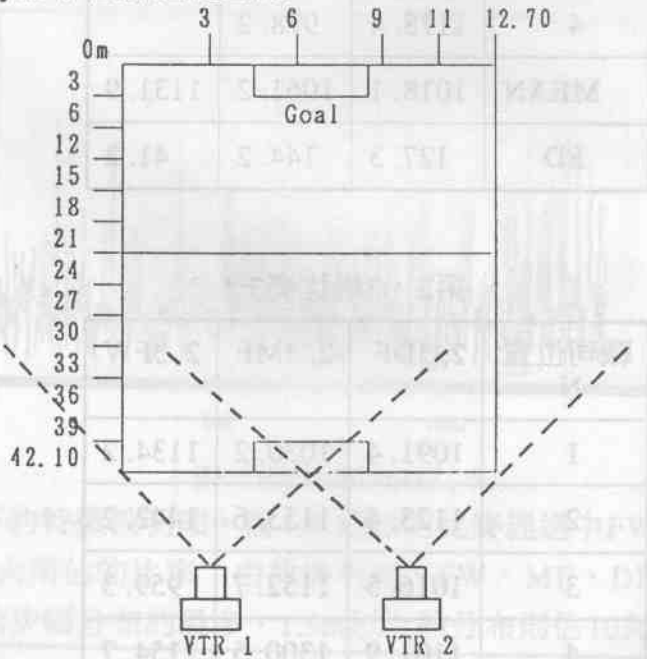


圖2：實驗用球場的設置平面與VTR的攝影位置（單位：m）

五、研究結果及討論

5對5的比賽實際經過時間是10分21秒，3對3的第一場比賽是9分33秒，第二場比賽是12分5秒、3對3的2場比賽的平均比賽經過時間10分49秒，比5對5的比賽多出28秒。

在此舉出一例來說明、圖3、圖5是隨意抽出一名選手所得到的移動步幅，移動速度的資料，圖4、圖6是各位置選手的移動步幅、移動速度的百分比。

1. 各位置別的平均移動距離

(1) 如表1所示，

表1：比賽中各位置選手的平均距離(m)

第1場比賽5:5

職司位置 N	DF	MF	FW
1	1100.4	1288.4	1090.7
2	934.5	1073.8	1173.1
3	859.0	904.5	
4	1178.4	978.2	
MEAN	1018.1	1061.2	1131.9
SD	127.3	144.2	41.2

第2，3場比賽3:3

職司位置 N	2, 3DF	2, 3MF	2, 3FW
1	1091.4	1030.2	1134.2
2	1123.4	1153.6	1442.2
3	1016.5	1152.7	959.3
4	1101.9	1300.5	1154.7
MEAN	1083.3	1159.3	1172.6
SD	40.3	95.8	173.2

5對5的比賽的平均移動距離、FW是1131.9m、MF是1061.2m、DF是1081.1m、3對3的比賽FW是1172.1m、MF是1159.3m，DF是1083.3m。在這兩種比賽中FW的移動距離最多，其次是MF、DF，但是各位置間的平均值並未出現顯著的差異。

根據過去的研究⁷⁾大部分都報告在一般正式的球場所舉行比賽，MF扮演著FW、DF的連接角色，因此比其他位置的選手的移動距離較大，可是在本研究中並未出現相同的傾向，這是因為「現代的足球爲了要達成全部攻擊、全部防守的戰術，成爲一個全能球員是必須的⁸⁾」，這在小型比賽中也被證明。

(2) 從5對5和3對3的比賽中各職司位置的選手的移動距離的差來看，3對3的比賽出現些許較高的值，這是因爲人數較少而造成較多的空間，再加上比5對5的比賽多出28秒的play時間，因此移動距離較長，可是經t檢定的結果、並未出現顯著的差。

2. 移動步幅的分布

圖3是從比賽經過的步數來表示移動步幅的變化曲線。

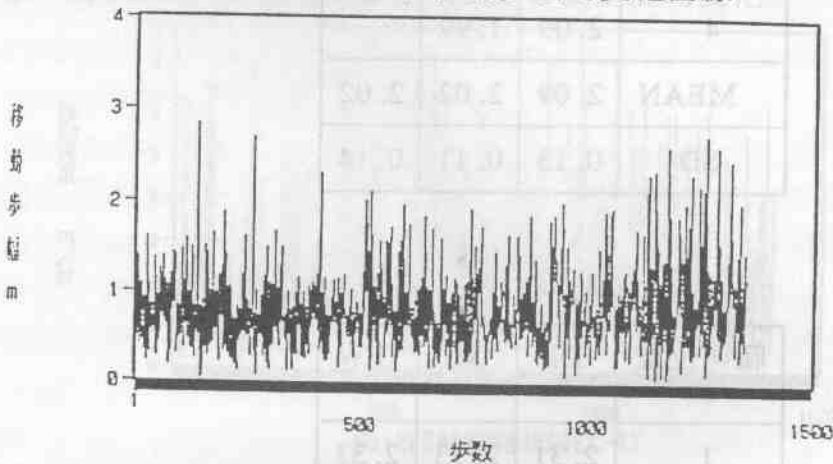


圖3：比賽經過步數的移動步幅的變化(一例)

步幅1m以下的特徵較明顯。圖4是3對3的比賽經過中FW、MF、DF的移動步幅的小大所佔的比率，由此表可知、FW、MF、DF的最頻值是1m。1.5m以下的步幅分布的最多，1.5m以上的分布則佔10%左右。

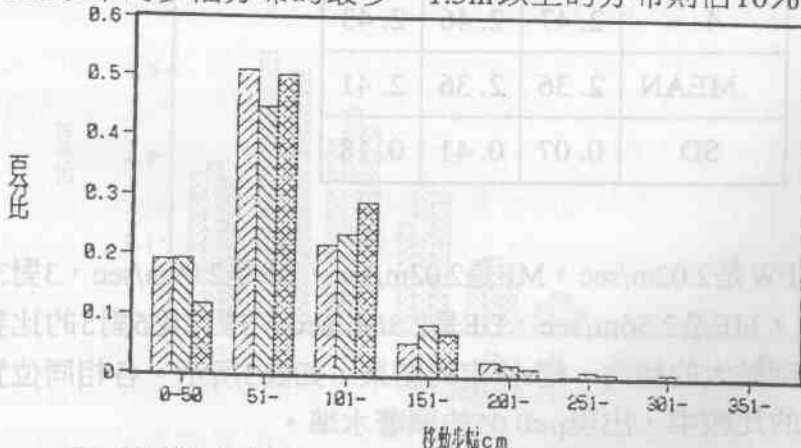


圖4：比賽經過步幅的變化的百分率

3. 各位置別的平均移動速度

(1) 表2是2種比賽的選手平均的移動速度

表2：比賽中各位置選手的平均移動速度(m/ sec)

第1場比賽5:5

職司位置 N	DF	MF	FW
1	1.97	2.21	2.0
2	1.98	1.98	2.03
3	2.30	1.91	
4	2.09	1.99	
MEAN	2.09	2.02	2.02
SD	0.13	0.11	0.14

第2, 3場比賽3:3

職司位置 N	DF	MF	FW
1	2.31	2.13	2.33
2	2.35	2.44	2.69
3	2.31	2.41	2.20
4	2.47	2.46	2.43
MEAN	2.36	2.36	2.41
SD	0.07	0.41	0.18

5對5的FW是2.02m/sec，MF是2.02m/sec，DF是2.09m/sec，3對3的FW是2.41m/sec，MF是2.36m/sec，DF是2.36m/sec。3對3比5對5的比賽出現平均移動速度較大的傾向。經t檢定的結果，如表3所示，各相同位置的平均移動速度的比較中，出現 $p < 0.05$ 的顯著水準。

表3：不同人數比賽中、各位置間選手的移動速度檢定(t)

		5 : 5 比賽		
		FW	MF	DF
3 比 3 賽	FW			
	MF		*	
	DF			*

*:p<0.05

(2) 圖5是從比賽經過的步數來表示移動速度的變化。

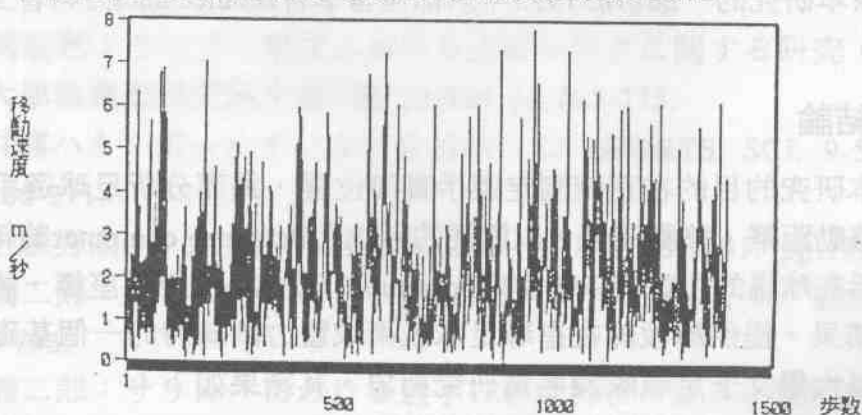


圖5：比賽經過步數的移動速度的變化(一)

從這個圖來看，可以知道實際上足球比賽並非是單純的跑的運動，經常做急速的跑、走、停、假動作…等等的變化中來展開比賽。圖6是3對3的比賽經過FW、MF、DF的平均移動速度百分比。

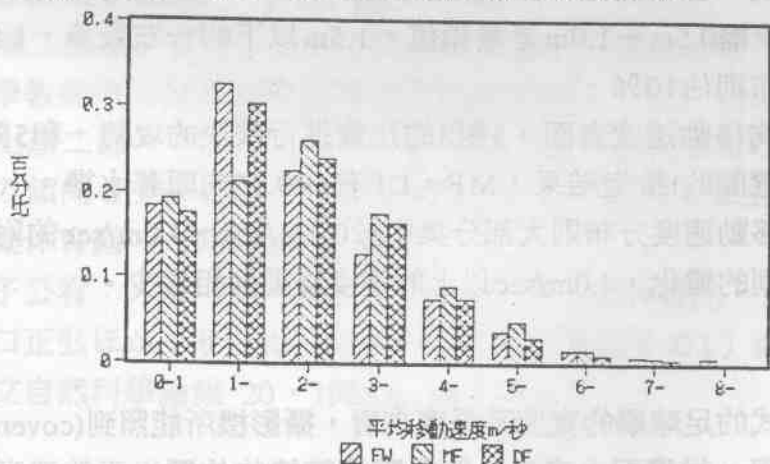


圖6：比賽經過的平均移動速度的百分率

如圖所示，FW、MF、DF三種不同位置的平均移動速度最多分布值是2、3、1、4m/sec的順序。隨著移動速度的增加，相對著所佔的比率就低減。6m/sec 以上的移動速度出現比率大約佔全體的10%以下。而這種利用比較高速度的移動的條件是攔截、球門前的衝刺、過人時的假動作、快速反攻等等在短時間完成，因此在整個比賽過程中所佔的比例可能就減少。這和Reilly等¹⁴⁾(1976)、Wither等¹⁵⁾(1982)的移動距離之中，步行和jog的比率約60~70%的報告結果略為高。

從以下所獲得的研究結果希望能夠作為今後教練及指導者在指導球隊上的戰術之檢討及體力訓練計畫之擬定時的一個有效的基礎資料。

※本研究的一部份於1995年京都體育學會Biomechanics分科會上發表。

六、結論

本研究的目的是在正確測定選手實際位置，進而分析足球選手在比賽中的移動距離，移動速度，以簡便的VTR和Personal computer的結合，使得選手在球場的位置可以轉換成computer上的X、Y平面座標，將客觀的測得結果，提供給教練在指導足球戰術或體力訓練時的一個基礎資料。

以大學女子足球隊22名為研究對象，其結果如下：

1. 本實際方法的最大計測誤差為4%。
2. 二種不同的比賽方式中，平均移動距離約為1100m左右。3對3的比賽選手的移動距離較5對5為長，這是因為人數少，空間大的結果所造成，各位置並未出現顯著的差。
3. 移動步幅0.5m~1.0m是最頻值，1.5m以下的分布最多，1.5m以上的分布則佔10%。
4. 在平均移動速度方面，3對3的比賽進行較快的攻防，和5對5的相同位置間的t檢定結果，MF、DF有 $p<0.05$ 的顯著水準。
5. 平均移動速度分布則大部分集中於0.1m/sec~4.0m/sec的附近，做不規則的變化，4.0m/sec以上的速度移動則相當少。

七、建議

1. 從正式的足球場的寬度及長度來看，攝影機所能照到(covered)的範圍有限，從畫面上來看，離攝影機較遠的位置也不夠清晰容易造

成較大的誤差，這些都是未來必須要解決的課題。

2. 在本次實驗的過程裡，每分析一位選手大約花費4~5個小時，爲了要能儘快將評價的結果，比賽對手的情報提供給現場的指導者、教練、選手、因此必須要縮短畫像處理的時間。

謝辭

本研究的完成，深深感謝始終懇切賜予指導的野原弘嗣教授及對於協助本實驗的神戶女子大學宮村茂紀副教授和所有被測試者，在此敬上感謝之意。

參考文獻

1. 石崎忠利：サッカー競技における主審の動きに関する研究，宇都宮大學教養部研究報告第2報 21[88] pp.265-275.
2. 石井喜はら：ボールゲームの分析法，J.J. SPORTS. SCI. 9-5:1990 pp266-271.
3. 池上康男ほか：DLT法，J.J. SPORTS. SCI. 10-3:1991. pp.191-195.
4. 大橋二郎：選手の動きの分析，J.J. SPORTS SCI. 2-10. 1983. pp 785-793.
5. 大橋二郎：サッカーにおける選手の移動解析の試み，櫻門体育學研究 13，1979. PP.34-38.
6. 大橋二郎ほか：サッカー選手の試合中の移動スピード，日本體育協會スポーツ醫・科學研究報告書，No II：種目別競技力向上に関する研究第報6報，1983. pp.361-368.
7. 大橋二郎ほか：サッカーの試合中における移動距離の變動，東京大學教養學部體育研究室體育學紀要15號，1981. pp.27-34.
8. 梶山彦二郎：サッカーのゲーム分析—特に基礎技術の使用及び失敗の傾向とゲーム中の行動距離について，福岡大學35週年紀念論文集體育編，1969.pp.195-235.
9. 金子公宥：スポーツ・バイオメカニクス，杏林書院，1992.pp.39.
10. 堀口正弘ほか：サッカーのゲーム分析（報告その1）東京經濟大學人文自然科學論集 20，1968.8. pp.71-95.

11. 戸蒔晴彦：科學の目が見たオリンピック予選，サッカー・マガジン12、日本蹴球協會科學研究部、1967 pp.86-89.
12. 戸蒔晴彦：サッカーのゲーム分析—リアルタイム處理法による、体育の科學 36(9). 1986.9. pp.699-703.
13. 山中邦夫ほか：サッカー競技における移動中の運動内容—大學サッカー試合の場合、筑波大學體育科學系紀要 9. 1986 pp.133-137.
14. Reilly. T. and Thomas.V. : A motion analysis of work-rate in professional foot ball match-play, Journal of Human Movement Studies, 2(2):1976 pp.87-97.
15. Withers, R.T., Maricic, Z., Wasilewski, S. and Kelly, L : Match analysis of Australian professional soccer players, Journal of Human Movement Studies, 8 : 1982 pp.159-176.