足底圧からみた柔道投技の分析

松 永 郁 男・平 沼 正 治*
川 村 自 行*・北 本 拓*

(1982年10月15日 受理)

An Analysis of the foot pressure in Judo

Ikuo MATSUNAGA, Masaharu HIRUNUMA*,
Yoriyuki KAWAMURA* and Hiraku KITAMOTO*

I. はじめに

昭和39年の東京オリンピック大会で柔道が正式種目に加えられてから，ボクシング，レスリング等と同様に重量による階級制が採り入れられるようになった。

この重量性の妥当性を求めて競技成績の内容から身長・体重差の要因がどのように影響するかという事について多くの検討がなされてきた[3),9~12),14)]。

又一方では身長・体重差が柔道投技の運動構造にどのように関与しているかについて，16 mm 連続写真，歪み計等を使い速度，加速度，あるいは引き手握力の面から少しづつ，量的，質的変化について求められつつある[1),2)]。

そして研究の手法も更に足低圧等の測定を可能にし，柔道のみならず他の格技でも多く研究がなされつつある[4~8),13),15),16)]。

そこで今回は更に身長・体重差の運動形態学面を追求するために 16 mm 連続撮影と足低圧を同期させ，比較的上背のない人が得意技として用いる場合が多い背負投について実験を行った。

II. 実験方法

スイス・キスラー社製フォースプレートを「図 7」のように取が受に向かって手前が +x，向い正面が −x，右側が −y，左側が +y という方向で位置し，外側からフォースプレートの上に 1 歩踏み出して背負投の施技を行った。

又，16 mm 連続写真の中に電球が点滅するようにして，フォースプレートと同期できるようにした。

16 mm 連続写真の速度は 100 コマ/sec である。

被検者は取 7 段（165 cm，70 kg）と受には

* 國學院大学

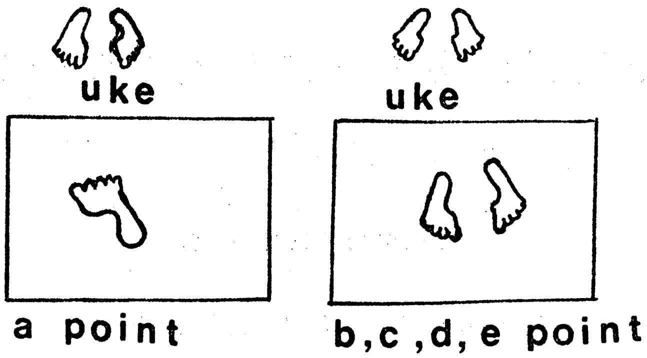


Fig. 7. Foot position on the platform

A（165cm，62kg）
B（165cm，70kg）
C（173cm，74kg）
D（168cm，75kg）
E（172cm，86kg）
F（180cm，68kg）

6人の2～5段の有段者を選んだ。

資料作成は5例について比較を容易にするために16mm連続写真よりFig.1～6の各図中にみられるように次の5ポイントを抽出した。

A局面は取が右足を1歩フォースプレート上に踏み出した時点。

B局面は取が前回り捌きの完了した時点。

C局面は取の膝の最も曲った時点。

D局面は受の足が空中に浮いた時点。

E局面は受の体が畳に落ちた時点。

以上の5ポイントを16mm連続写真を抽出後，足底圧の測定の同期する時点をみつけ出して，合成した。

なお，Fig.1～6までの図中の記号はFzは垂直分力，Fxは前後の分力，Fyは左右の分力である。

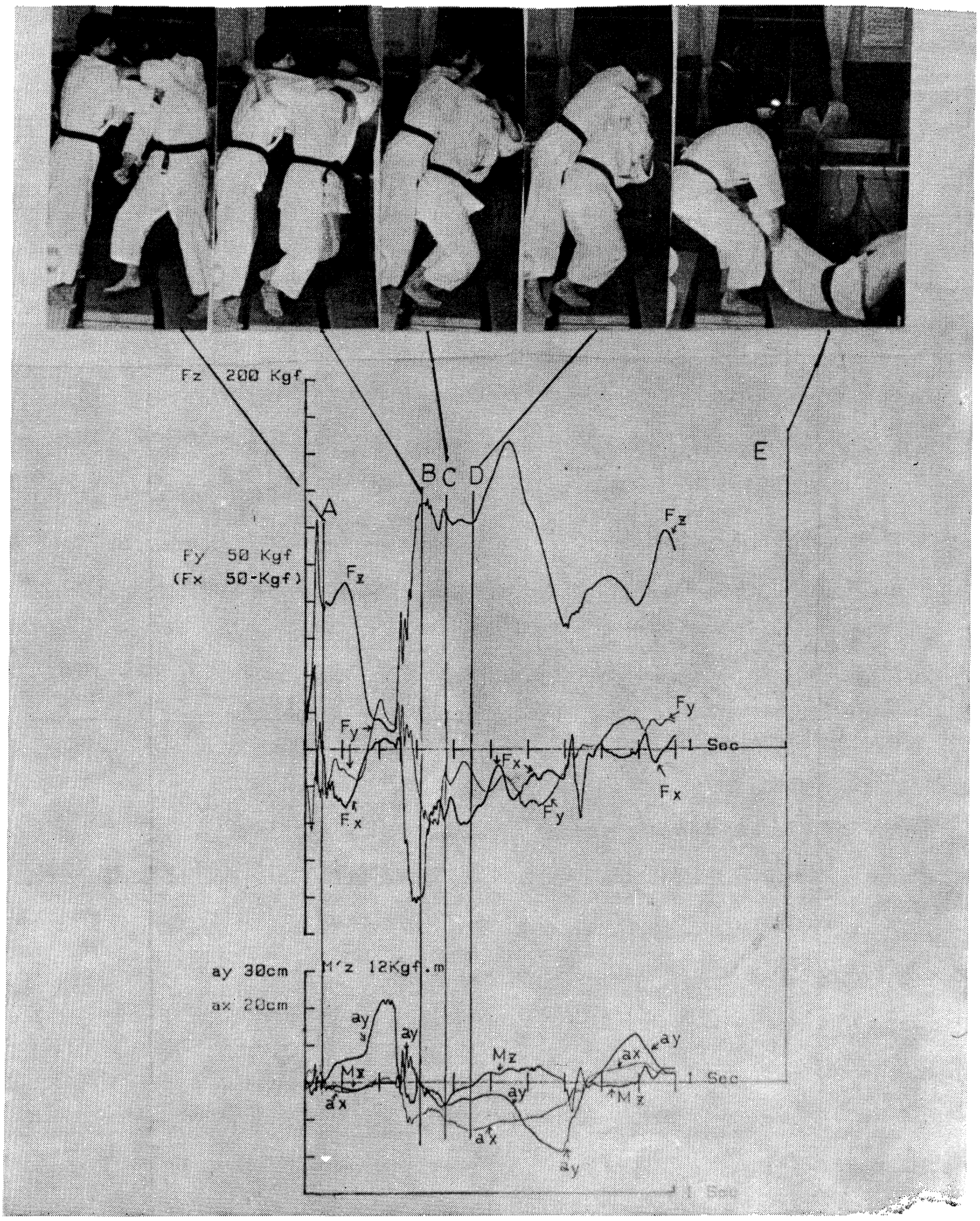
又，ayは左右の移動の作用点で，axは前後の移動の作用である。

Mzは垂直軸回りのモーメントで＋の方向が右回りのねじれで，－の方向は左回りのねじれの値を示す。

III. 結　　　果

「受A」について（Fig.1を参照）

FzはA局面の0.02秒前で約124kg·f，A局面で約96kg·fの値を示しつつ減少してゆくが，B局面の約0.05秒から急激に増加しB局面で約132kg·fの値を示した。又C局面で128kg·f，D局面で



subj

				Min	Max
tori	L :	165 cm	Fx	−41.4	22.7 kgf
			Fy	−23.1	12.6 kgf
	W :	70 kg	Fz	7.6	166.7 kgf
uke	L :	165 cm	Ax	−14.3	3.8 cm
			Ay	−18.6	22.3 cm
	W :	62 kg	M′z	− 3.2	1.9 kgf·m

Fig. 1　Seoinage（tori ＞ uke）

122kg·f とやや減少するがD局面以降，再び増加し，約 166kg·f の値を示した。

Fx は最初＋の方向へ約 22kg·f の値を示し，A 局面で－の方へ 12kg·f すが，再び＋へ転じ＋へ約 3kg·f の値を示すが，逆に再び－へ転じ，B 局面で －14kg·f，C 局面で －20kg·f，D 局面で －18kg·f の値を示す。

Fy は最初－の方向へ 22kg·f の値を示しA局面前で＋へ転じ 7kg·f，A 局面で ＋3kg·f の値を示すが，この後－へ 12kg·f ほど転じる。その後，逆に＋へ約 13kg·f ほど転じるが，B 局面前で再び－へ転じB局面で －18kg·f，C 局面で －8kg·f，D 局面で －6kg·f の値を示した。

ax（主として前後の作用点[註1)]）はA局面で ＋0.5cm 動き，その後わずかに－の方向へ動き，B 局面で －9cm，C 局面で －10cm，D 局面で －14.3cm の移動がみられる。

ay（主として左右の作用点[註1)]）A 局面で ＋0.3cm の値を示した後，＋の方向に大きく 22.3cm 動くが，その後減少し，B 局面で 0，C 局面で －6cm，D 局面で －4.5cm の移動がみられた。

垂直軸回りのモーメント Mz はA局面ではほゞ0に近く，その後も －0.5kgf·m である。B 局面前になく 1.25kg·f·m の値を示し，C 局面で 2kg·f·m，D 局面では 0.4kg·f·m の値を示した。

「受 B」について（Fig. 2 参照）

Fz はA局面前で 136kgf，A局面で 82kgf の値を示した後に減少するが，B 局面前で再び増加し，B 局面で 110kgf，C 局面で 114kgf，D 局面で 139kgf の値を示し，その後も増加し，最高 160.3 kgf まで増加する。

Fx はA局面前で＋の方向へ 28kgf，A 局面では逆に －8kgf の値を示し，更に－の方向へ 19kgf の値を示した後にわずかに (0.1kgf) 転じるが，B 局面前から再び－へ転じB局面で －42.4kgf の値を示した。又C局面で －6kgf の値を示し，C 局面直後に －32kgf の値を示し，その後＋へ転じてD局面では ＋12kgf であった。

被検者Bにおいては B局面以降，＋から－又は－から＋の変化の幅が著しく，被検者Aの時より背負うのに前後の抵抗が大きいものと考える。

Fy は最初－の方向へ 16kgf，A 局面で －2kgf の値を示し，その後徐々に＋へ転じ 15kgf の値を示した。B 局面で 3kgf，C 局面で －3kgf，D 局面で －7kgf の値であった。

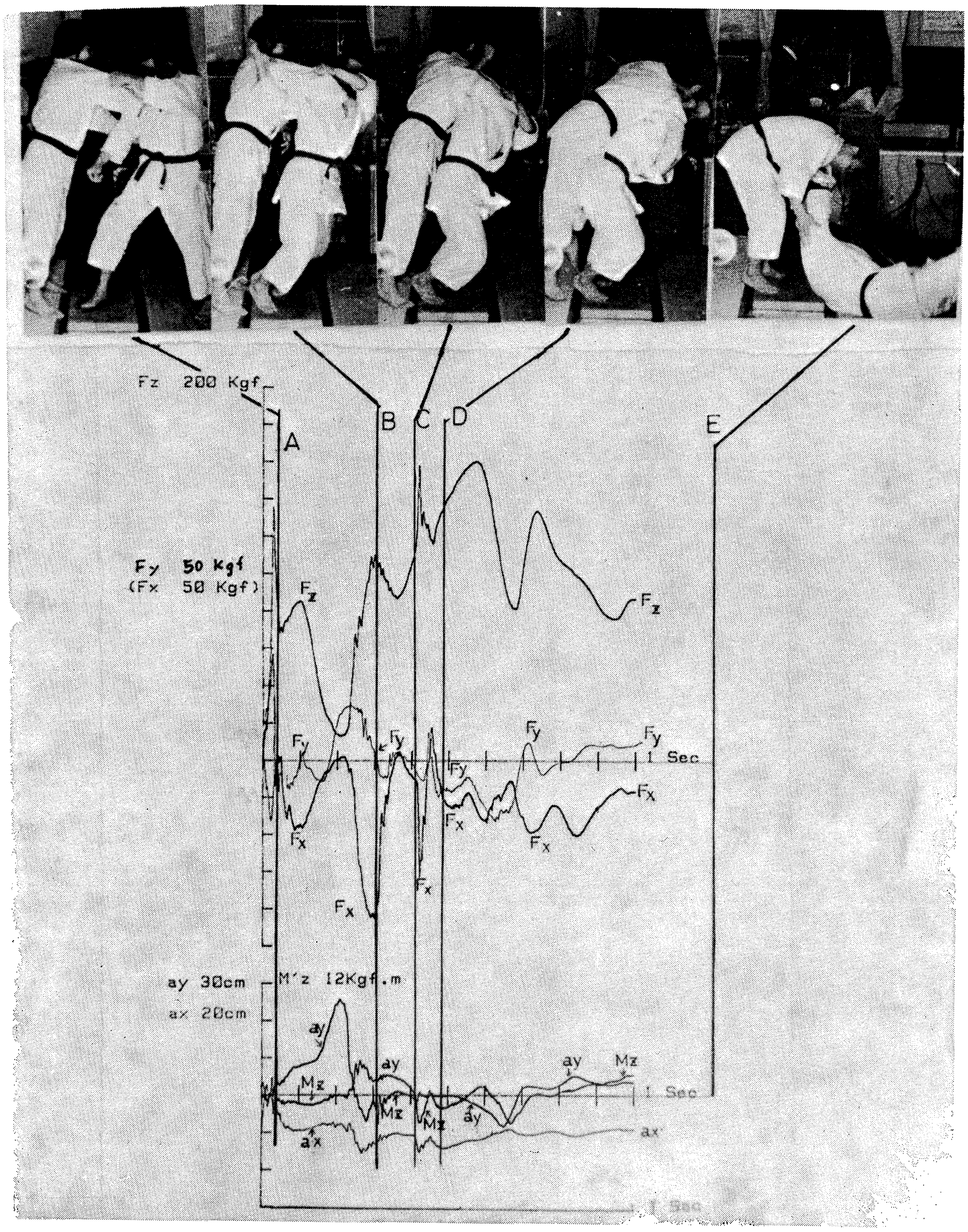
Fy においては Fx ほど急激な変化はみとめられなかった。

ax（主として前後の作用点）はA局面で －4cm，B 局面で －12cm，C 局面で －11cm，D 局面で －14cm の移動がみられる。

被検者Aの時より－の方向移動が大きく背負うのに抵抗の大きさが ax の面からも考えられる。

ay（主として左右の作用点）はA局面で ＋3cm，更に ＋25cm の移動がみられるが，その後－へ転じ，B 局面で 5cm，C 局面で 2cm，D 局面で 0.01cm の移動がみられた。

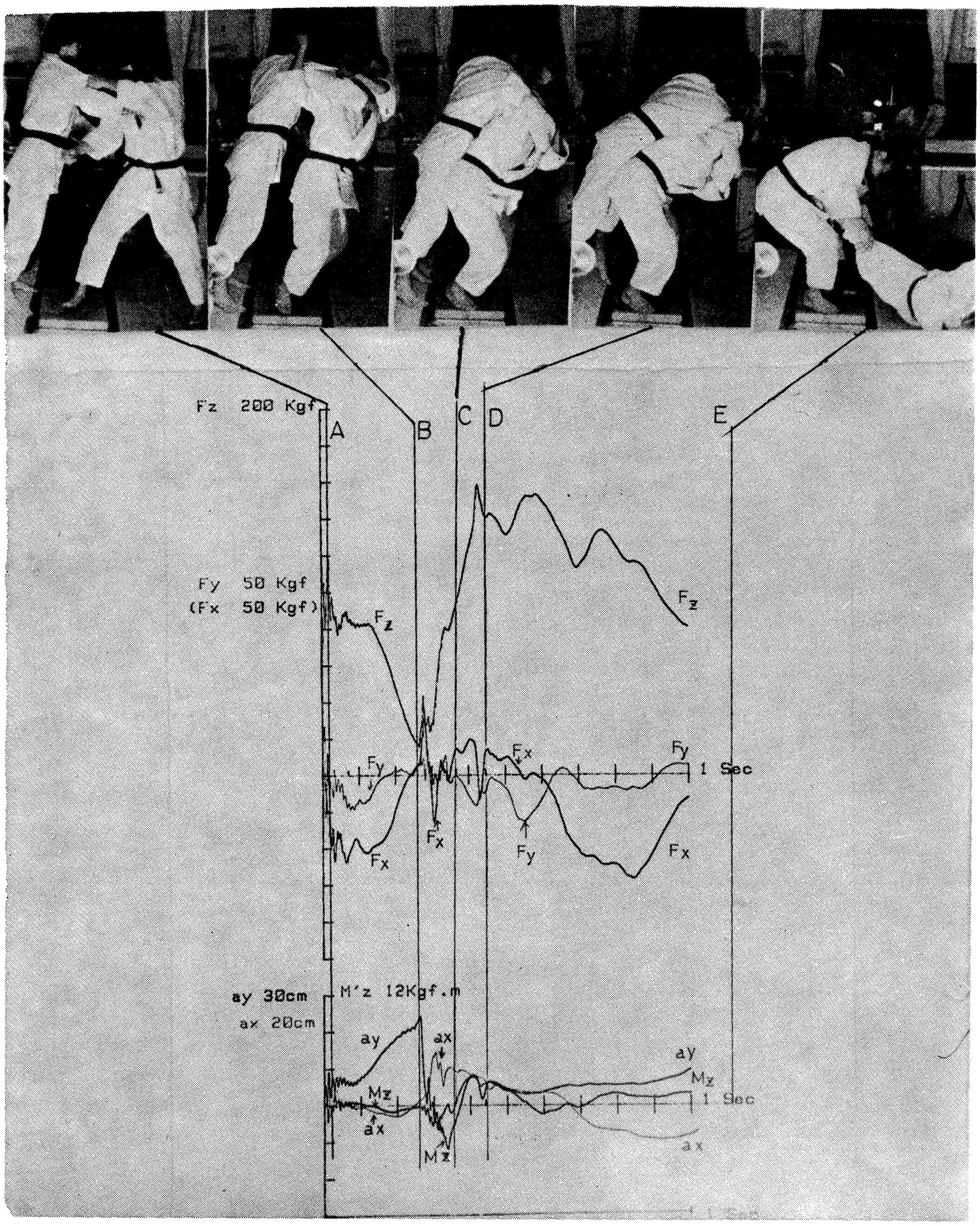
垂直軸まわりのモーメント Mz は A 局面で －0.6kgf·m，その後，＋へ 0.9kgf·m の値を示した後，B 局面で－へ転じ，B 局面で 1kgf·m，C 局面で 0.14kgf·m，D 局面で 1.2kgf·m の値であった。



subj

			Min	Max
tori	L : 165 cm	Fx	−42.4	28.3 kgf
		Fy	−18.9	12.0 kgf
	W : 70 kg	Fz	7.8	160.3 kgf
uke	L : 165 cm	Ax	−15.4	1.0 cm
		Ay	− 8.2	25.6 cm
	W : 70 kg	M′z	− 8.3	2.3 kgf·m

Fig. 2　Seoinage (tori = uke)



Subj

				Min	Max
tori	L :	165 cm	Fx	−28.4	16.7 kgf
			Fy	−18.4	7.1 kgf
	W :	70 kg	Fz	9.8	158.7 kgf
uke	L :	173 cm	Ax	−12.0	11.8 cm
			Ay	− 5.2	24.1 cm
	W :	74 kg	M′z	− 4.7	3.3 kgf·m

Fig. 3 Seoinage (tori < uke)

「受 C」について（Fig. 3 参照）

Fz はA局面で 106kgf の値を示した後に減少するが，B 局面より逆に増加の傾向を示し，B 局面で 7kgf，C 局面で 94kgf，D 局面で 142kgf の値を示した。

Fx は最初＋へ 13kgf の値を示すが，その後－へ転じ，A 局面で －19kgf の値を示し，B 局面で再び＋へ転じ，＋3kgf の値を示した。

その後－へ転じ，－12kgf の値を示し，C 局面前で再び＋へ転じ ＋7kgf，D 局面では ＋6kgf の値を示した。

被検者Cは被検者Bより前後の変化の巾が体重が 4kg 重くなったにもかゝわらず少なくなったのは身長が 8cm 高くなったために逆にはいり易くなり，背負う抵抗がすくなくなったのではないかと考える。

Fy はA局面で －3kgf の値を示した後 －3kgf の値を示すが，その後B局面前で＋へ転じ，B 局面で ＋3kgf，C 局面は 0，D 局面は 4kgf の値を示した。

Ey においても被検者Bより変化の幅が少ない。

ax（主として前後の作用点）はA局面で 2cm，その後わずかに－へ（最初 3cm）転じるが，B 局面で＋へ転じ，B 局面で ＋1.5cm，C 局面で ＋9cm，D 局面で ＋6cm の移動がみられる。

ay（主として左右の作用点）はA局面で 8cm，B 局面で 24.1cm の値を示した後，－へ転じ，C 局面で －0.5cm の値を示した後，再び＋へ転じ，D 局面で ＋6cm の移動がみられる。

被検者Cにおいて特にB局面における右側（引き側）への移動が大きいのは受の身長が高くなると引き手によって崩す幅が大きくなるためのものと考える。

垂直軸回りのモーメント Mz はA局面で 0.4kgf·m の値を示した後に－へ転じ，B 局面で －0.2 kgf·m，C 局面前で －4.7kgf·m，C 局面で 2kgf·m の値を示すが，その後＋へ転じてD局面で 5.4kgf·m の値を示した。

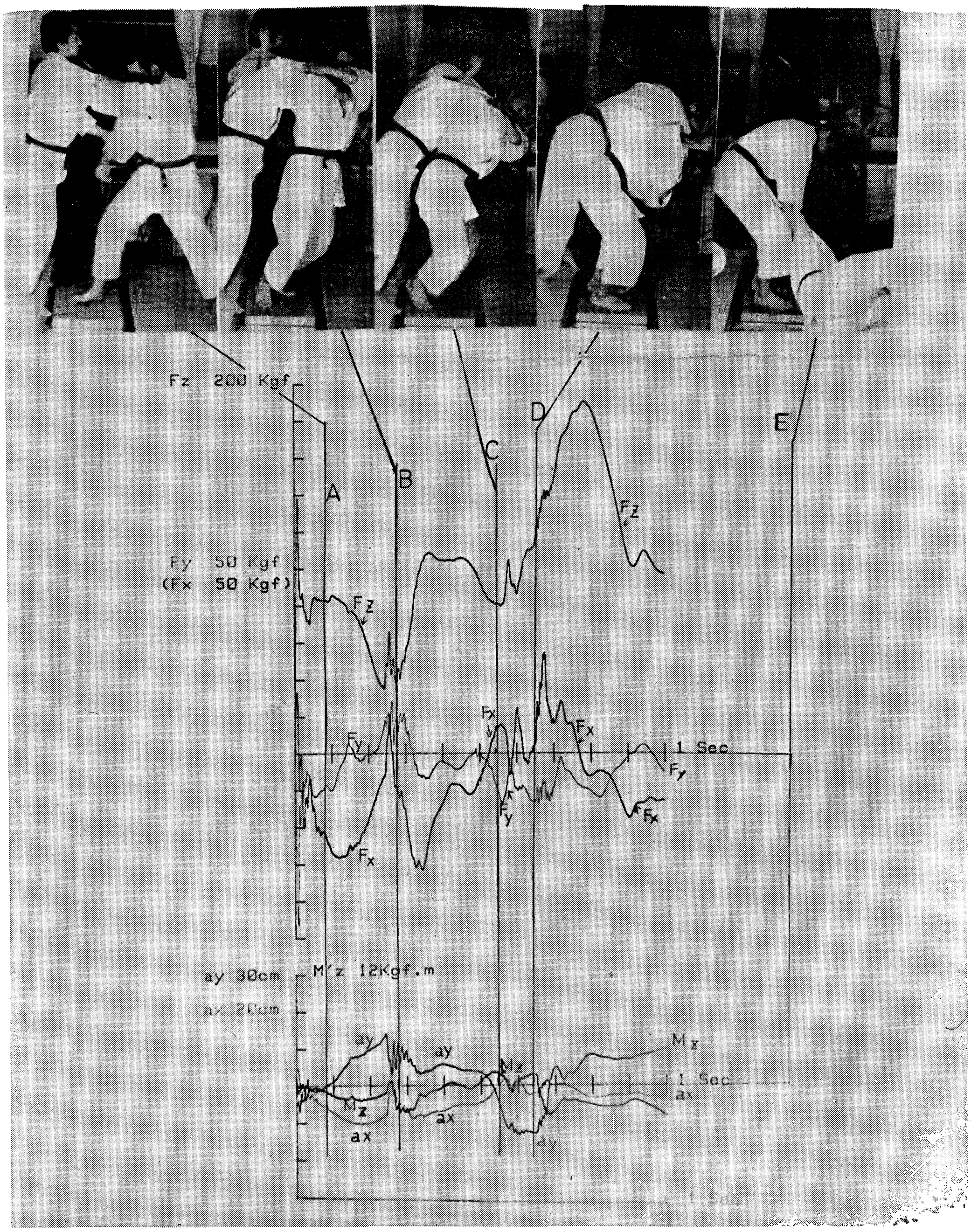
「受 D」について（Fig. 4 参照）

Fz はA局面前に約 138kgf の値を示した。A 局面では 44kgf で，その後減少するが，B 局面を境に増加し，B 局面で再び 44kgf，C 局面で 80kgf，D 局面で 122kgf の値を示し，その後も増加し 190kgf の値を示した。

被検者Dの時はD局面以降に大きな値を示すのが特徴で，背負い上げてから空中へ体を投げるのに力が使われていることから崩しが充分でない一崩しにくいために掛けの面で負担が生じたものと考える。

Fx は最初 ＋16kgf の値を示した後，－へ転じA局面で －21kgf の値を示した。その後，B 局面前で＋へ転じるが（＋10kgf），すぐ－へ転じ，B 局面で －9kgf の値を示した。その後も －31kgf の値を示すがC 局面前で再び＋へ転じ，C 局面で ＋7kgf の値を示し，D 局面では 2kgf の値であった。

被検者Dより身長・体重共にわずかに大きい被検者BはA・B 局面の前後の値の変化が大きく，



Subj

				Min	Max
tori	L :	165 cm	Fx	−31.5	27.2 kgf
			Fy	−47.6	13.3 kgf
	W :	70 kg	Fz	8.4	190.3 kgf
uke	L :	168 cm	Ax	−11.9	3.5 cm
			Ay	−13.3	14.1 cm
	W :	75 kg	M′z	− 3.3	4.0 kgf·m

Fig. 4. Seoinage (tori < uke)

崩しから掛への段階での前方への抵抗が大きく作用しているものと考える。

Fyは最初一の方へ 47.6kgf の値を示し，A局面で −10kgf，B局面では +8kgf，C局面では −11kgf，D局面で −13.5kgf の値を示した。

被検者Cとほぼ体重は同じであるが被検者Dの方が身長が低いので，背負投げにはいるのに低くはいりつゝ，相手を引き出さなければならないためにA局面の一の方向への値が大きいものと考えられる。

ax（主として前後の作用点）はA局面で一の方向へ 6cm，B局面で −7cm，C局面では0であった。

axの特にA・B局面間の前後の移動の大きいのが特徴である。

ay（主として左右の作用点）はA局面で0，B局面で 10cm，C局面で 5cm，D局面で 12cm の移動がみられた。

垂直軸回りのモーメント Mz はA局面で −0.6kgf·m，B局面で −1.5kgf·m の値を示し，その後＋へ転じてC局面で 1kgf·m の値を示した。

被検者のDはこの他に運動経過において他の場合よりBとC局面の間に 0.27 秒かかっているのが特徴である。

「受 E」について（Fig. 5 参照）

Fz はA局面前で 239.4kgf の値を示し，その後減少し，A局面で 83kgf の値を示した。その後，減少するが，A局面とB局面の中間辺りから再び増加し，B局面で 118kgf，C局面で 122kgf，D局面で 144kgf の値を示した。

A局面前では最も大きな値を示した。体重差が大きいと相手を前に引き出す時点で大きな力を要するものと考える。

Fx は最初＋の方へ 47.1kgf の値を示した直後，急激に＋へ転じ，A局面で −34kgf 値を示した。その後＋へ 15kgf ほど転じるが，又一方向へ転じ −22kgf の値を示した。B局面で −1.5kgf，C局面で 0，D局面で −12kgf の値を示した。

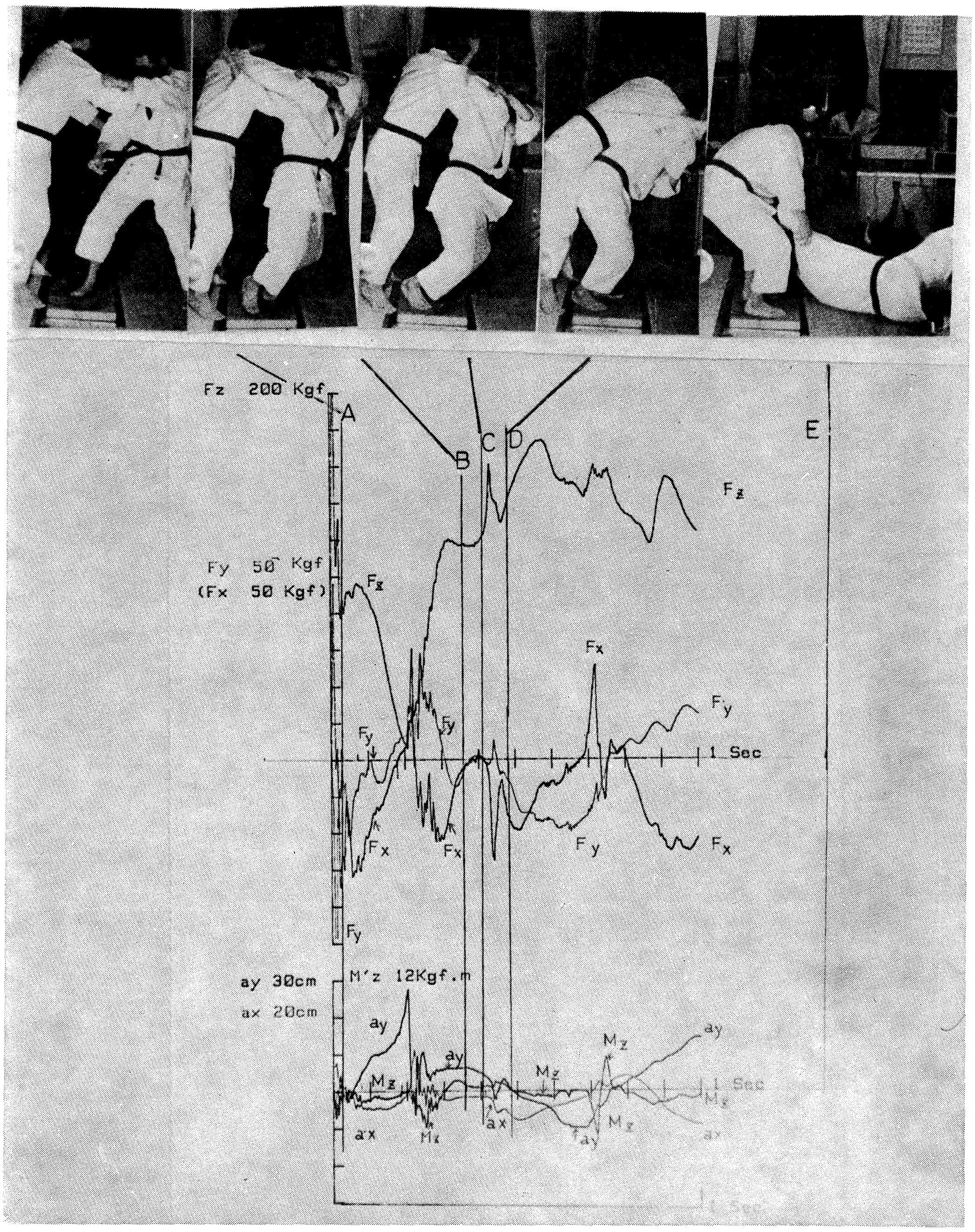
Fy は最初 −63.1kgf の値を示した後，＋へ転じ，B局面で 2.5kgf，C局面で 0，D局面で 55.9 kgf の値を示した。

ax（主として前後の作用点）はA局面でほぼ0に近く，その後一の方向へ 5cm 移動がみられるが，又再び＋へ 2cm 動き，再び一へ動き，B・C局面で −1.5cm，D局面で −7cm の移動がみられる。

ay（主として左右の作用点）はA局面で −1.5cm の値を示すが，その後大きく＋へ転じ 27.5cm の移動がみられる。その後，減少するがA局面で +6cm，B局面で 4cm，D局面は0であった。

被検者Eは特にA局面前後の値が大きく，体重のある時は相手を引き崩す面に大きな力を要するのではないかと考える。

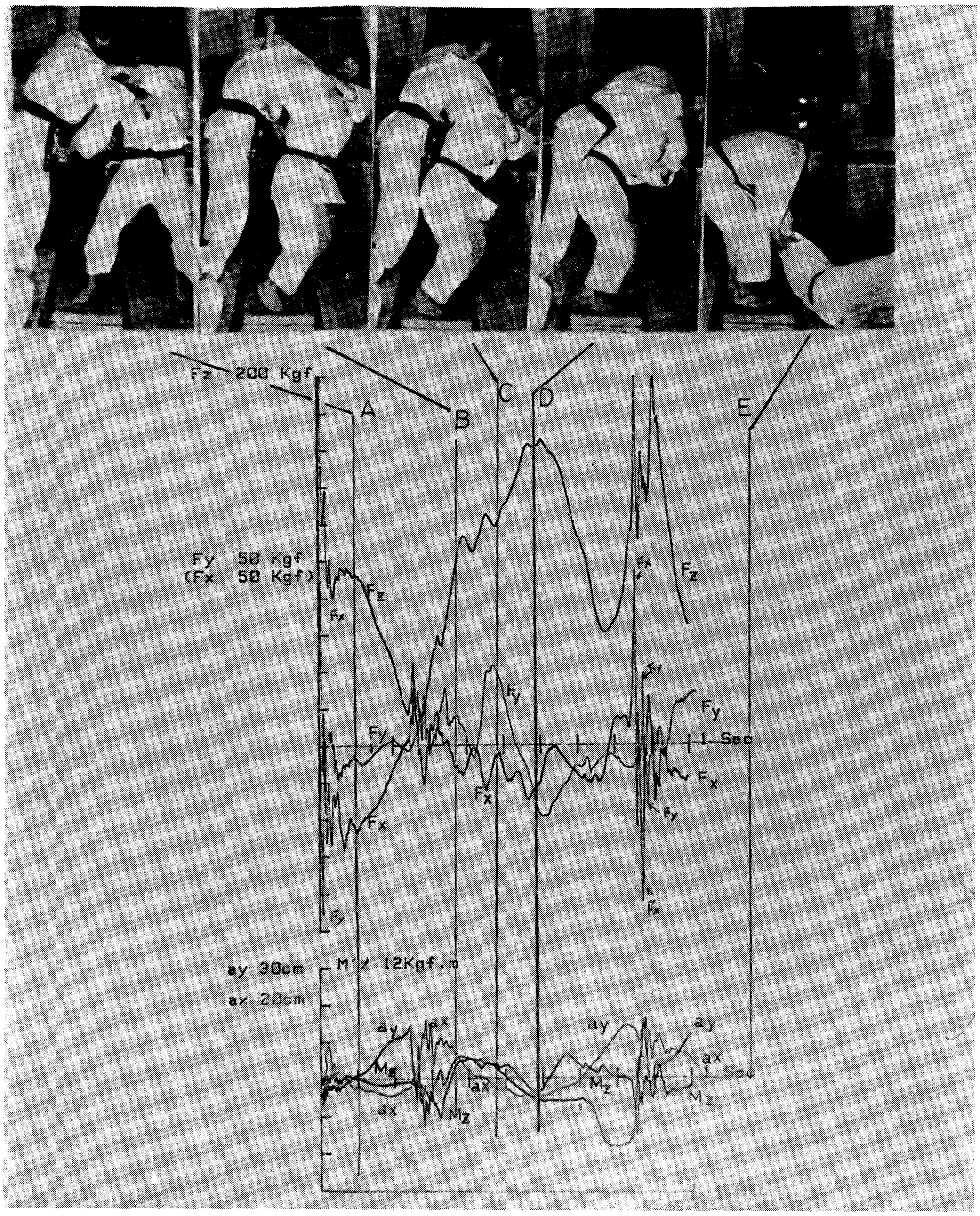
垂直軸回りのモーメント Mz はA局面で 0，B局面前で −4kgf·m 値を示すが，すぐに＋へ転じ，



Subj

				Min	Max
tori	L :	165 cm	Fx	−34.6	48.1 kgf
			Fy	−63.1	23.3 kgf
	W :	70 kg	Fz	7.8	238.4 kgf
uke	L :	172 cm	Ax	−10.6	9.8 cm
			Ay	−10.1	27.5 cm
	W :	86 kg	M′z	− 5.1	3.6 kgf·m

Fig. 5. Seoinage (tori < uke)



Subj

			Min	Max
tori	L : 165 cm	Fx	−42.4	47.1 kgf
		Fy	−47.2	18.8 kgf
	W : 70 kg	Fz	10.4	207.6 kgf
uke	L : 180 cm	Ax	− 7.7	13.2 cm
		Ay	−18.3	14.2 cm
	W : 68 kg	M′z	− 6.1	6.4 kgf·m

Fig. 6. Seoinage (tori < uke)

B 局面で 0.8kgf･m の値を示した。C 局面で 0.2kgf･m，D 局面で 0 であった。

「受 F」について，

Fz はA局面に 207.6kgf の値を示した後，減少し，A 局面で 92kgf の値を示した。その後も減少するがB局面前から再び増加し，B 局面で 118kgf，C 局面で 122kgf，D 局面で 164kgf の値を示した。

これまでの被検者より垂直分分で 200kgf を超え，体重は軽くても身長で 15cm も差があると身長差の影響も大きいと考える。

Fx は最初 +47.1kgf の値を示すが，急激に－へ転じA局面では －34kgf の値を示すが，その後再び＋へ転じるが，B 局面前で今度は逆に－へ転じて，B 局面で －6kgf，C 局面で －2kgf，D 局面で －12kgf の値を示した。

Fy は最初－の方向へ －47.2kgf，A 局面で －35kgf の値を示した後，＋へ転じ，B 局面で +6.8kgf，C 局面で +17.5kgf の値を示した。その後再び－へ転じD局面で －15kgf の値を示した。

ax（主として前後の作用点）はA局面で －2.5cm の移動みられるが，B 局面前に＋へ 13.2cm 転じ，B 局面で 7cm 移動し，C 局面では－へ 3cm 転じ，更にD局面では －6cm の移動がみられる。

ay（主として左右の作用点）はA局面で +2cm，その後も増加し更に 14.2cm の移動がみられるが，その後－へ転じる。しかしB局面では＋へ転じ，B 局面で 5cm，C 局面で 3.5cm，D 局面は －5cm の移動がみられた。

垂直軸回りのモーメント Mz はA局面で 0，その後，わずかに－の値を示し（約 0.6kgf･m)，B 局面前で －3kgf･m，B 局面では＋へ転じ，0.75kgf･m の値を示した。又，C 局面では逆に －0.7kgf･m，D 局面では －1.4kgf･m の値を示した。

以上の結果から「受 E」と「受 F」が A・B 局面前後で，他の「受 A・B・C・D」が Fz において 100～140kgf の範囲であるのに対して，200kgf を超える値を示しており，身長差・体重差の影響を考ることができる。

又，「受 F」は体重が 68kg であるのに対して，体重が 75kg の者より大きい値を示し，身長差の要因も大きいものと考える。

又，Fx, Fy においても同様であり，体重の最も重い「受 E」が全般に大きな値を示している。

又，身長が同じで体重が異なる受 A・B の場合は受Bの方が全般的に高い値を示すが，Fx の変化の幅が受Aに比較して大きく，体重が大きくなると抵抗が増すものと考えられる。

又，体重がほゞ同じで身長の異なる受CとDの場合は Fz の値は変らないが，Fx, Fy の変化の幅が受Dの方が大きく，抵抗が大きいものと考えられる。身長で 5cm の幅は余り影響はなく，むしろ，やゝ上脊のあった方が技をかけ易くなったものではないかと考える。

作用点 ax, ay も特に A～B 局面間に大きな変化がみられ，やはり「受 E」が大きな値を示した。やはり引き出すのに，より大きなモーションをおこしているために生じたものではないかと考えら

れる。

垂直軸回りのモーメント Mz はAとBの局面間に各人の差がみられ，身長・体重差の大きい者程大きな値を示し，「受 E」が 4kgf·m，「受 F」が 3kgf·m，「受 D」が 1.5kgf·m であり，相手を引き出すために左回りにかなりのねじれを生じるものと考える（モーメントの各値はすべて一方向の値である）

IV. 総　　括

身長・体重の大きい者を投げる時には，小さな者を投げる時より Fz, Fx, Fy, Mz ともに全般的に高い値を示す。

特に，身長差，体重差の大きく現われるところとして，A・B 局面前後が考えられる。

身長差より，体重差の大きい方が，Fz, Fy, Fx, Mz の値は全般的に大きく，体重差のある方が足底圧の各分圧に影響するものと考えられる。

今回の結果では身長差が 8cm，体重差が 4kg では大きな差はみられないが，体重差が 16kg，身長差が 15cm になると足底圧に大きな差が生じるものと考えられる。

（要旨については第14回日本武道学会で発表をした。）

註 1）主としてという言葉を使ったのは「図 7」にあるように，踏み込んだ時と前回り捌きが完了した時では，前後又は左右の位置関係が変るために用いた。

参　考　文　献

1）松永郁男，平沼正治，川村自行： 引き手握力よりみた柔道投技の運動構造について．武道学研究 10巻2号 1977.
2）松永郁男，平沼正治，川村自行，北本　拓： 柔道投技の運動力学的研究，柔道，50巻6号，1979.
3）森基　要，鈴木輝雄： 高等学校柔道選手の体格と勝敗との関連に関する研究，武道学研究　3巻1号　1970.
4）百鬼他： 剣道における打撃動作中の足底力に関する研究，武道学研究，11巻2号，5-6，1978.
5）百鬼史訓，藤田紀盛，佐藤成明： 剣道における打撃動作中の足底力に関する研究，武道学研究，12巻1号，37〜38，1980.
6）百鬼他： 剣道の中段の構えにおける体重配分と打撃時の踏み切り動作に伴う足底力に関する研究，武道学研究，13巻2号，37-38，1980.
7）百鬼他： 剣道の中段の構えにおける体重配分について．武道学研究，14巻2号，65〜66，1981.
8）野瀬清喜，川村禎三，竹内善德，山崎俊輔： 柔道投技の研究．武道学研究，14巻1号，51〜63，1981.
9）老松信一： 柔道試合における勝敗と体重との関係について．武道学研究，7巻1号，74〜75，1974.
10）大滝忠夫： 柔道試合における技の傾向及び体格と試合成績との関連について．柔道，24巻4号，21〜30，1953.
11）大滝忠夫： 柔道競技における体重制に関する基礎的研究．東京教育大学体育学部紀要，1：99-121，1961.
12）笹原六郎： 運動競技の勝敗に関する研究．東京大学教養部体育研究室体育学紀要，2：16-23，1963.
13）田中幸夫他： 剣道における打撃動作中の足底圧に関する研究．武道学研究，14巻2号，1981.
14）徳田喜平，南谷直彦： 柔道試合の体重制についての一考察．体育学研究，5巻2号，55〜58，1960.
15）横山他： 剣道の中段の構えにおける体重配分と正面打撃時の応答時間及び踏み切り動作に関する研究．武道学研究，13巻2号，86〜87，1981.
16）横山直也他： 剣道における正面打撃時の足底力に関する研究．武道学研究，14巻2号，1981.