



## 空手の力学的考察 : I.基本技術 (3)

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 北海道教育大学 公開日: 2012-11-07 キーワード: 作成者: 竹内, 茂 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.32150/00002013">https://doi.org/10.32150/00002013</a>

# 空手の力学的考察

## I. 基本技術(3)

竹 内 茂  
北海道教育大学旭川分校物理学教室

### Mechanical Considerations of KARATE

#### I. Fundamental Techniques (3)

Shigeru TAKEUCHI

Department of Physics, Asahikawa Branch, Hokkaido University of Education, Asahikawa

#### Abstract

Defense against an attack in karate is a more complicated process than it appears at first glance. To begin with, you must anticipate the nature and direction of your opponent's attack before blocking it. Also, while blocking, you must attempt to seize the initiative and turn the opponent's attack to your advantage.

The following methods illustrate various possibilities in blocking.

1. Blocking the opponent's arm or leg with sufficient force to discourage further attack. In a sense, this kind of blocking can be called an attack.
2. Blocking the opponent's attack with sufficient force to parry or deflect it. This would be termed a light blocking in #1.
3. Block and attack. Blocking the opponent's attack and immediately counterattack. It is also possible to block and counterattack at the same instant.
4. Unbalancing the opponent with your blocking.

#### §1. 緒 言

「空手に先手なし」と言われるように空手は常に受けから始まる。ただ自分の身を防禦するという事は非常に難しく、相手の攻撃を冷静に判断して、自分の体勢を有利に導くようにいろいろの変化ある受けをしなければならない。例えば強い受けで相手の攻撃してくる手脚に強大な打撃を与え、その攻撃意欲を粉砕したり相手の手脚を軽く受け流したり、受けてから間髪を入れずに反撃に転じ受けと反撃を一呼吸で行なうなど沢山あるが、boxing その他の格技には見られない蹴りに対する防ぎ方もある。

手や腕ばかりでなく、足・脚でも同じように利用するのは空手だけが持つ防ぎわざである。このような手や足による強力な攻撃をいかにして防ぐかは、力学的に見て大変興味があり最も有効な技術でなければならない。筆者は突きや蹴りに対する数種類の受けを力学的に分解しながら考察を進めて行きたい。

§2. 落し受け

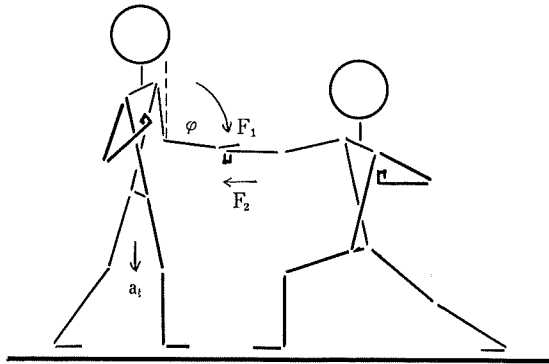


Fig. 1 (a) Otoshi-uke (dropping block)

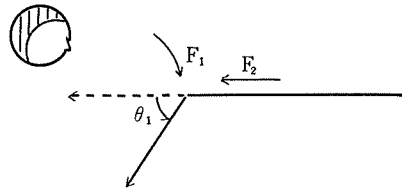


Fig. 1 (b)

$F_1$ : force of dropping block  
 $F_2$ : force of reverse punch  
 $a_i$ : dropping acceleration of body

水月, 胸部を突いてくる相手の拳を身を少し沈めながら手掌部で上から叩き落して受け拳の方向を変え速度をにぶらす. Fig. 1 (b) のように相手が逆突きで空いて来た場合上から叩き落すのである. Fig. 1 (a) に示すように向って右側の受けの前腕の長さを  $q$  その鉛直線とのなす角を  $\delta$  とすれば掌部の変位  $q_1$  は

$$q_1 = -q \cos \delta \tag{1}$$

前腕の角速度を  $\omega_q$  とすれば叩き落す速度  $v_q$  は

$$v_q = q\omega_q \sin \delta \tag{2}$$

となる. 角速度  $a_q$  は

$$a_q = q\sqrt{\left(\frac{d\omega_q}{dt}\right)^2 + \omega_q^2} \sin(\delta + \eta) \tag{3}$$

$$\tan \eta = \frac{\omega_q}{d\omega_q/dt} \tag{4}$$

角加速度  $d\omega_q/dt$  が大で角速度  $\omega_q$  が小で角度  $\delta$  が  $\pi/2$  に近い時には加速度  $a_q$  は最大となる. 前腕の質量を  $m_q$  とすれば肘を軸としてふり落す掌部の力  $F_q$  は

$$F_q = \frac{m_q a_q}{2} = \frac{m_q q}{2} \sqrt{\left(\frac{d\omega_q}{dt}\right)^2 + \omega_q^2} \sin(\delta + \eta) \tag{5}$$

身全体で沈む加速度を  $a_i$ , 体重を  $m$  とすれば, その力  $F_i$  は

$$F_i = (m - m_q) a_i \tag{6}$$

従って, 掌にかかる力の総和  $F_1$  は

$$F_1 = F_q + F_i = \frac{m_q q}{2} \sqrt{\left(\frac{d\omega_q}{dt}\right)^2 + \omega_q^2} \sin(\delta + \eta) + (m - m_q) a_i \tag{7}$$

この場合  $m > m_q$  なので体を沈める力は掌部に大きく効いて来るのである. 従って攻撃側が逆突きでつき出した力  $F_2$  は可成り大きい为上からの叩き落しの力  $F_1$  によって Fig. 1 (a) の如く下方に落ちるのである.  $F_1 > F_2$  の場合は  $\theta_1 > 45^\circ$  であり,  $F_1 < F_2$  なら  $\theta_1 < 45^\circ$  となり余り小さい  $F_1$  なら突かれてしまう. ただし攻撃側も余分な距離を突き出さないので減多に受ける人の体には当たらない.

§3. 下段払い

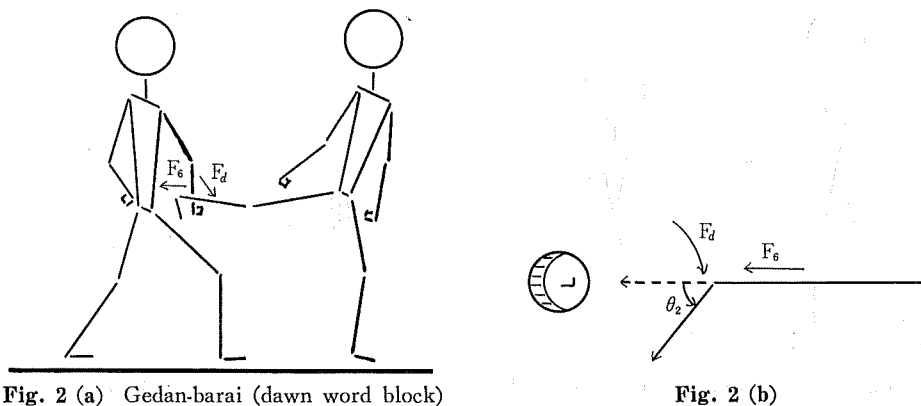


Fig. 2 (a) Gedan-barai (dawn word block)

Fig. 2 (b)

$F_b$ : force of foot edge kick  
 $F_d$ : force of down word block  
 $\theta_2$ : flowing angle of foot edge kick

前腕の尺骨側手首部分で、腹部・金的を突いてくる相手の腕、蹴ってくる下腿を斜めに捻りながら打ち下して、相手の足を Fig. 2 (b) のように  $\theta_2$  の方向に飛ばす。下段攻撃に対する受けとしては代表的な基本わざである。

落とし受けは正面下方に掌部を叩き落したが、下段払いは体の中央より側面下に捻り乍ら落すので、前腕の運動の理論は落とし受けと同じで良いが、外に尺骨を軸としての前腕の回転に伴う加速度と腰の回転による力が加わる。

今手首部分の幅を  $2r_1$  とし前腕の尺骨を軸としての回転の角加速度を  $\alpha_f$  とすれば、回転によって増す力  $F_{f1}$  は

$$F_{f1} = m_q r_1 \alpha_f / 2 \tag{8}$$

である。又体の鉛直中心軸に対する慣性モーメントを  $I$  とし、角加速度を  $\alpha$  として中心軸から手首部分までの距離即ち腕の長さを  $P$  とすれば、それによって増加する力  $F_b$  は

$$F_b = I \alpha / P \tag{9}$$

$F_b$  がいわゆる腰による力で  $I$  が可成り大きいので腕だけよりずっと大きい力が生ずる。それで Fig. 2 (a) の如く相手の下腿を払う力の総和  $F_d$  は (5), (8), (9) より

$$F_d = F_a + F_{f1} + F_b = \frac{m_q q}{2} \sqrt{\left(\frac{d\omega_q}{dt}\right)^2 + \omega_q^4 \sin^2(\delta + \eta)} + \frac{m_q r_1 \alpha_f}{2} + \frac{I \alpha}{P} \tag{10}$$

となり相当大きな力になる。

§4. 足底回し受け

足底で水月・下腹部を蹴ってくる相手の下腿あるいは突いてくる前腕橈骨部を外側から回しながら横から払い即座に相手の腹部を足刀で蹴返す。前蹴の力  $F_4^{2)}$  で攻撃して来た場合の受けは Fig. 3 (a) に示すように回蹴と同じく足底回し受けの力  $F_5^{2)}$  は

$$F_5 = f_{h1} + l_1 \sqrt{\left(\frac{d\omega_{l2}}{dt}\right)^2 + \omega_{l2}^4} \left(\frac{m_l}{2} + m_b + m_f\right) \cos(\phi_1 - \nu_1) + b_1 \sqrt{\left(\frac{d\omega_{b2}}{dt}\right)^2 + \omega_{b2}^4} \left(\frac{m_b}{2} + m_f\right) \cos(\phi_1 - \mu_1) \tag{11}$$

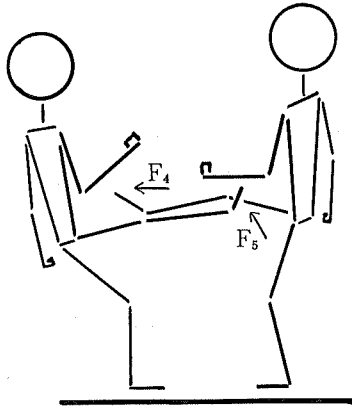


Fig. 3 (a) Ashisokomawashi-uke (circular sole block)

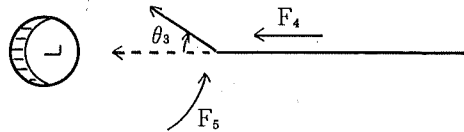


Fig. 3 (b)

$F_4$ : force of frontal kick  
 $F_5$ : force of circular sole block  
 $\theta_3$ : flowing angle of frontal kick

の強さで相手の下腿を横に払う。ただし (11) 式の右辺の第1項は腹を回転した時の身体の側方への力, 第2項は大腿の側方への力, 第3項は下腿の中心及び足の側方への力である。Fig. 3 (b) に示すように足底回し受けの力  $F_5$  が強い程, 相手の前蹴の力  $F_4$  を出す前足を大きく払い, その流れる角度  $\theta_3$  が増す。

### §5. 手 刀 受 け

肘を曲げ前腕を内方に回転させ乍ら手刀で斜めに切り下すようにして受けとめる。この場合手は指先に力を入れてのばし掌部を強く広げるような気持で, 小指側面に力を充実させその部位を刀のように使って Fig. 4 (b) のように相手の攻撃を打ち払う。即座に手を開いたまま受けるので相手の前腕がとれ易い。Fig. 4 (a) に示すように左側の受けの前腕の長さを  $q$ , 体の左右水平線とのなす角を  $\varphi$  とすれば掌部の変位  $q_2$  は

$$q_2 = -q \cos \varphi \tag{12}$$

前腕の角速度を  $\omega_{q1}$  とすれば横に払う速度  $v_{q1}$  は

$$v_{q1} = q\omega_{q1} \sin \varphi \tag{13}$$

角速度  $a_{q1}$  は

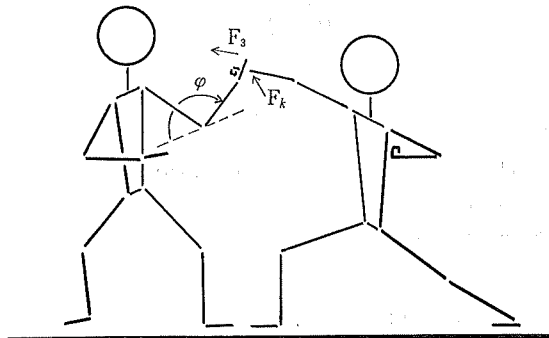


Fig. 4 (a) Shutō-uke (knife-hand block)

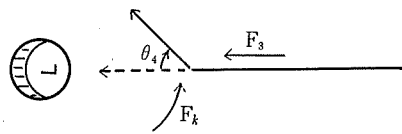


Fig. 4 (b)

$F_3$ : force of blowing punch  
 $F_k$ : force of knife-hand block  
 $\theta_4$ : flowing angle of knife-hand block

$$a_{q1} = q \sqrt{\left(\frac{d\omega_{q1}}{dt}\right)^2 + \omega_{q1}^4} \sin(\varphi + \eta_1) \tag{14}$$

$$\tan \eta_1 = \frac{\omega_{q1}^2}{d\omega_{q1}/dt} \tag{15}$$

角加速度  $d\omega_{q1}/dt$  が大で角速度  $\omega_{q1}$  が小で角度  $\varphi$  が  $\pi/2$  に近い時は加速度  $a_{q1}$  は最大となる。実際に手刀受けは  $\varphi$  が  $\pi/2$  の近くで行なわれている。今前腕の質量を  $m_q$  とすれば、肘を軸として小指側面で相手の拳を横に払う力  $F_{q1}$  は

$$F_{q1} = \frac{m_q a_{q1}}{2} = \frac{m_q q}{2} \sqrt{\left(\frac{d\omega_{q1}}{dt}\right)^2 + \omega_{q1}^4} \sin(\varphi + \eta_1) \tag{16}$$

今手刀の巾を  $2r_1$ 、前腕の角加速度を  $\alpha_f$  とすれば、その回転によって力  $F_{f1}$  が生ずる。

$$F_{f1} = \frac{m_q r_1 \alpha_f}{2} \tag{17}$$

よって横に払う力の総和  $F_k$  は (16), (17) より

$$F_k = F_{q1} + F_{f1} = \frac{m_1 q}{2} \sqrt{\left(\frac{d\omega_{q1}}{dt}\right)^2 + \omega_{q1}^4} \sin(\varphi + \eta_1) + \frac{m_1 r_1 \alpha_f}{2} \tag{18}$$

となり前腕の回転は相当効いてくる。

### §6. 流し受け

顔面への突きに対し Fig. 5 (a) のように、相手の突手と反対側斜め後方に下りながら、いったん前方に出した相対する前腕を、肘を軸として上方へ回転して、握った手首部分を耳上に引き寄せてその脊側で受け流す。Fig. 5 (b) に示すように、相手の前腕はほとんど受けの前腕に触れないので攻撃の方向は変える事はできない。相手の腕が突き伸びて来るのにタイミングをあわせ、突き進んでくる拳のコースを自然に滑らかに変えさせてしまうことである。Fig. 5 (b) は流し突きの力  $F_s$  に対して、受けは前腕と上腕の角度  $\theta_s$  で流した所である。

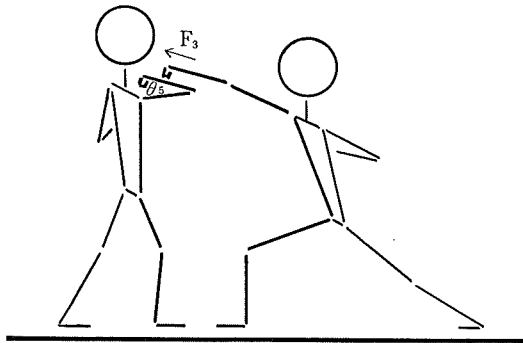


Fig. 5 (a) Nagashi-uke (sweeping block)

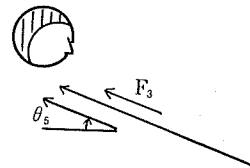


Fig. 5 (b)

$F_3$ : force of flowing punch  
 $\theta_s$ : direction of forearm

### §7. 上段受け

左受けの場合は Fig. 6 (a) のように左拳を右前上方に突き上げるようにし、前腕を十分に内捻して相手の突きを斜め下方よりはね上げて流れるようにする。腕の力で受けようとする、肘が起きて前腕で相手の突きを下から押し上げるようになり、もし相手の突く力が自己の力にまさるとき

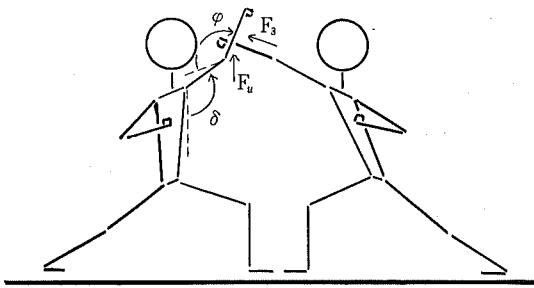


Fig. 6 (a) Jyōdan-uke (block against head)

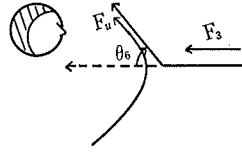


Fig. 6 (b)

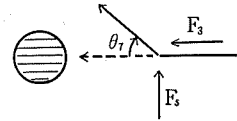


Fig. 6 (c)

- $F_s$ : force of blowing punch
- $F_u$ : upper force of block against head
- $F_s$ : side force of block against head
- $\delta$ : angle of brachium
- $\varphi$ : angle of forearm

は受ける事が出来ない。Fig. 6 (c) のように斜め下方からはね上げて、相手の拳の方向はそれて流れるので、相手の力が自己の力に優るとも楽に受ける事ができるのである。この場合に受けは Fig. 6 (b) のように体の前方を下から上にくの字形のカーブを描くのである。上腕の長さを  $r$ 、腕のつけ根の鉛直軸とのなす角を  $\delta$  とすれば、上腕の中心の側方への変位  $r_s$  は

$$r_s = \frac{r}{2} \sin \delta \tag{19}$$

角速度を  $\omega_r$  とすれば、速度  $v_{r_s}$  は

$$v_{r_s} = \frac{dr_s}{dt} = \frac{r\omega_r}{2} \cos \delta \tag{20}$$

加速度  $a_{r_s}$  は

$$a_{r_s} = \frac{r}{2} \left( \frac{d\omega_r}{dt} \cos \delta - \omega_r^2 \sin \delta \right) = \frac{r}{2} \sqrt{\left( \frac{d\omega_r}{dt} \right)^2 + \omega_r^4 \sin(\eta_r - \delta)} \tag{21}$$

$$\tan \eta_r = \frac{d\omega_r/dt}{\omega_r^2} \tag{22}$$

上腕の角度  $\delta$  が  $\pi/2$  なる時、角速度  $\omega_r$  が大で角加速  $d\omega_r/dt$  が負で小ならば加速度  $a_{r_s}$  は最大となる。上腕の質量を  $m_r$  とするとき、脇が側方に及ぼす力  $F_{r_s}$  は

$$F_{r_s} = \frac{m_r r}{2} \sqrt{\left( \frac{d\omega_r}{dt} \right)^2 + \omega_r^4 \sin(\eta_{r_s} - \delta)} \tag{23}$$

次に前腕の長さを  $q$ 、脇を中心として左右水平軸とのなす角を  $\varphi$  とすれば、拳の側方への変位  $q_s$  は

$$q_s = -q \cos \varphi \tag{24}$$

角速度を  $\omega_q$  とすれば速度  $v_{r_s}$  は

$$v_{r_s} = dq_s/dt = q\omega_q \sin \varphi \tag{25}$$

加速度  $a_s$  は

$$a_{q_s} = r \left( \frac{d\omega_q}{dt} \sin \varphi + \omega_q^2 \cos \varphi \right) = r \sqrt{\left( \frac{d\omega_q}{dt} \right)^2 + \omega_q^4 \cos(\varphi - \eta_q)} \tag{26}$$

$$\tan \eta_q = \frac{d\omega_q/dt}{\omega_q^2} \tag{27}$$

前腕の角度  $\varphi$  が  $\pi/2$  なる時、角速度  $\omega_q$  が小で角加速度  $d\omega_q/dt$  が大ならば、加速度  $a_{q_s}$  は大き

くなる。今前腕の質量を  $m_q$  とすればその側方への力  $F_{q_s}$  は

$$F_{q_s} = m_q a_{q_s} = m_q r \sqrt{\left(\frac{d\omega_q}{dt}\right)^2 + \omega_q^4} \cos(\varphi - \eta_q) \quad (28)$$

前腕の角加速度を  $\alpha_f$ 、中心の巾を  $2r_2$  とすれば、その回転による力  $F_{f_2}$  は

$$F_{f_2} = m_1 r_2 \alpha_f \quad (29)$$

$\varphi = \varphi_0$  のとき相手の腕を受けたとすると、側方への力  $F_{f_{2s}}$  は

$$F_{f_{2s}} = m_q r_2 \alpha_f \sin \varphi_0 \quad (30)$$

となる。そこで側方への受けの合力  $F_s$  は

$$F_s = F_{r_s} + F_{q_s} + F_{f_{2s}} = \frac{m_r r}{2} \sin(\eta_r - \delta) + m_q r \sqrt{\left(\frac{d\omega_q}{dt}\right)^2 + \omega_q^4} \cos(\varphi - \eta_q) + m_q r_2 \alpha_f \sin \varphi_0 \quad (31)$$

次に上方への受けを計算する。側方への変位を計算する時と同じように鉛直軸とのなす角を  $\delta$  とすれば、上腕の中心の上方への変位  $r_u$  は

$$r_u = -\frac{r}{2} \cos \delta \quad (32)$$

となり、上方への速度  $v_{r_u}$  は

$$v_{r_u} = \frac{dr_u}{dt} = \frac{r\omega_r}{2} \sin \delta \quad (33)$$

上方への加速度  $a_{r_u}$  は

$$a_{r_u} = \frac{r}{2} \left( \frac{d\omega_r}{dt} \sin \delta + \omega_r^2 \cos \delta \right) = \frac{r}{2} \sqrt{\left(\frac{d\omega_r}{dt}\right)^2 + \omega_r^4} \cos(\delta - \eta_r) \quad (34)$$

$\eta_r$  は (22) 式と同じく

$$\tan \eta_r = \frac{d\omega_r/dt}{\omega_r^2}$$

となる。但し上腕の角度  $\delta = \pi/2$  なる時、角加速度  $d\omega_r/dt$  が大で角速度  $\omega_r$  が小ならば、加速度  $a_{r_u}$  は最大となる。上腕の質量を  $m_r$  とするとき、肱が上方に及ぼす力  $F_{r_u}$  は

$$F_{r_u} = \frac{m_r r}{2} \sqrt{\left(\frac{d\omega_r}{dt}\right)^2 + \omega_r^4} \cos(\delta - \eta_r) \quad (35)$$

次に前腕の長さを  $q$ 、それが水平軸とのなす角を前と同じく  $\varphi$  とすれば、拳の上方への変位  $q_u$  は

$$q_u = q \sin \varphi \quad (36)$$

角速度を  $\omega_q$  とすれば、速度  $v_{q_u}$  は

$$v_{q_u} = dq_u/dt = q\omega_q \cos \varphi \quad (37)$$

加速度  $a_{r_u}$  は

$$a_{q_u} = \frac{q}{2} \left( \frac{d\omega_q}{dt} \cos \varphi - \omega_q^2 \sin \varphi \right) = \frac{q}{2} \sqrt{\left(\frac{d\omega_q}{dt}\right)^2 + \omega_q^4} \sin(\eta_q - \varphi) \quad (38)$$

$$\tan \eta_q = \frac{d\omega_q/dt}{\omega_q^2} \quad (39)$$

前腕の角度  $\varphi = \pi/2$  なる時、角速度  $\omega_q$  が大で角加速度  $d\omega_q/dt$  が負で小ならば加速度  $a_{q_u}$  は最大となる。

前腕の質量を  $m_q$  とすれば、その上方への力  $F_{q_u}$  は

$$F_{q_u} = m_q a_{q_u} = \frac{m_q q}{2} \sqrt{\left(\frac{d\omega_q}{dt}\right)^2 + \omega_q^4} \sin(\eta_q - \varphi) \quad (40)$$

次に前腕が骨を軸として回転するとき、それによる力  $F_{f_2}$  は (29) 式と同じく

$$F_{f_2} = m_1 r_2 \alpha_f$$

となり、 $\varphi = \varphi_0$  のとき相手の腕を受けたとすると、上方への力  $F_{f_{2u}}$  は

$$F_{f_{2u}} = m_q r_2 \alpha_f \cos \varphi_0 \tag{41}$$

となる。そこで上方への受けの合力  $F_u$  は (35), (40), (41) より

$$F_u = F_{r_u} + F_{a_u} + F_{f_{2u}} = \frac{m_r r}{2} \sqrt{\left(\frac{d\omega_r}{dt}\right)^2 + \omega_r^4} \cos(\delta - \eta_r) + \frac{m_q q}{2} \sqrt{\left(\frac{d\omega_q}{dt}\right)^2 + \omega_q^4} \sin(\eta_q - \varphi) + m_q r_2 \alpha_f \cos \varphi_0 \tag{42}$$

### §8. 上段十字受け

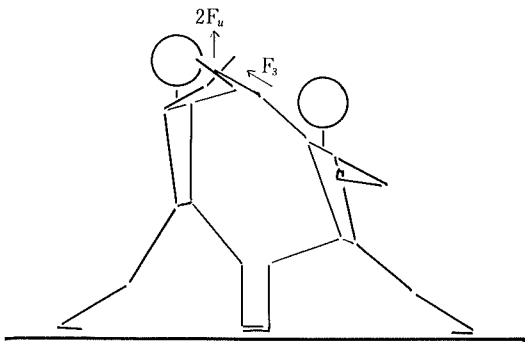


Fig. 7 (a) Jyodanjūji-uke (X-block against head)

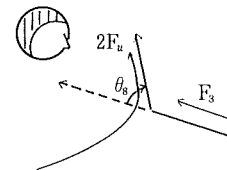


Fig. 7 (b)

$F_3$ : force of blowing punch  
 $2F_u$ : force of X-block against head  
 $\theta_s$ : flowing angle of flowing punch

両前腕を手首の部分で十字に交差させながら、上へはねあげて受ける強力なわざである。Fig. 7 (a) のように顔面を標的に突っ込んでくる強大な相手の流し突き  $F_3$  を下から力強く両拳の間にはさみつけてはね上げて Fig. 7 (b) の如き弧を描かせる。この場合は §7 の上段受けと違い上方のみに強力な力を与えて受けるので、上方への受けの力は左右の腕の力の和  $2F_u$  で (42) より

$$2F_u = m_r r \sqrt{\left(\frac{d\omega_r}{dt}\right)^2 + \omega_r^4} \cos(\delta - \eta_r) + m_q q \sqrt{\left(\frac{d\omega_q}{dt}\right)^2 + \omega_q^4} \sin(\eta_q - \varphi) + 2m_q r_2 \alpha_f \cos \varphi_0 \tag{43}$$

となり、上段受けの上方への力の成分の2倍の力となる。

### §9. 結 語

受けるという事は非常に難しい。相手の攻撃目標がどこにあるのか攻撃意図は何であるかをとっさにはなかなか判断しにくい。ただ防ぐ事だけに終始すれば、いくら上手に受けても何時かは相手の術中に陥ってしまう。相手の攻撃を冷静に判断して自分の体勢を有利に導くように、いろいろ変化しなければならない。

1) 受けについては強い受けで相手の攻撃してくる手脚に強大な打撃を与え、その攻撃意欲を粉碎する。いいかえれば受けもまた決め技で下段払いはその例である。

2) 相手の手脚を軽く受け流したり押えたりするもので流し受け、落とし受けなどはその例である。

3) 受けから決めわざへ行く。つまり受けたら間髪入れずに反撃に転じたり、受けと反撃を一呼吸で行なうもので足底回し受け、上段受けがその例である。

4) 受けによって相手の体勢を崩すもので上段十字受けはその例である。

最後にこの研究に対していろいろ御指導、御批判載いた北海道教育大学札幌分校、瀬川良弘教授に深く感謝する。

### 文 献

- 1) 竹内 茂 北海道教育大学紀要, 第二部, A, 21, (1971) 2.
- 2) 竹内 茂 北海道教育大学紀要, 第二部, A, 22, (1971) 1.

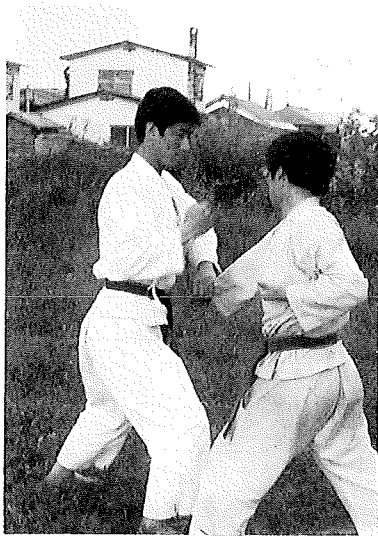


Photo 1. Otoshi-uke (dropping block)

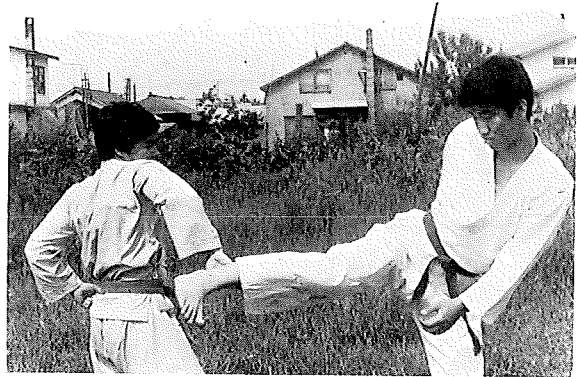


Photo 2. Gedan-barai (down word block)

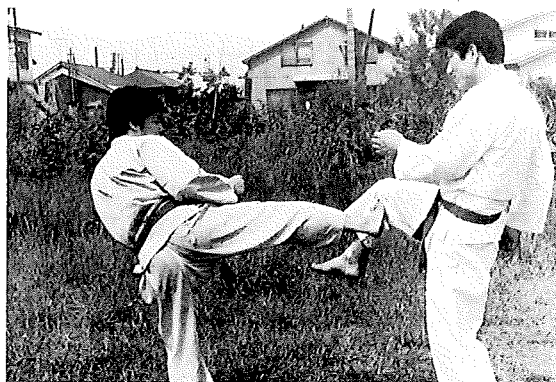


Photo 3. Ashisokomawashi-uke (circular sole block)

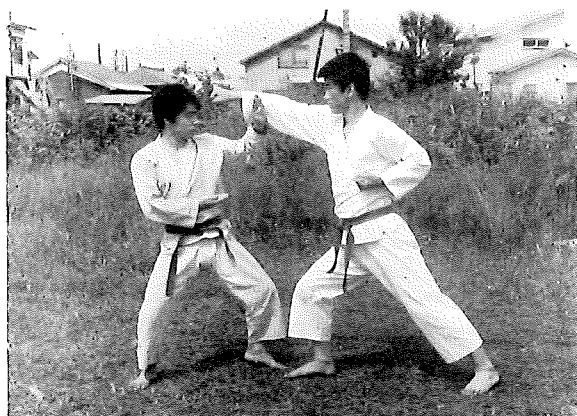


Photo 4. Shuto-uke (knife-hand block)

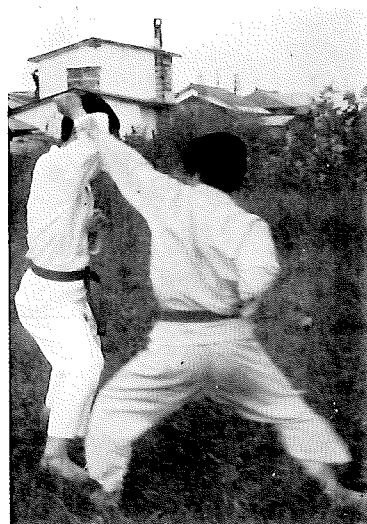


Photo 5. Nagashi-uke (sweeping block)

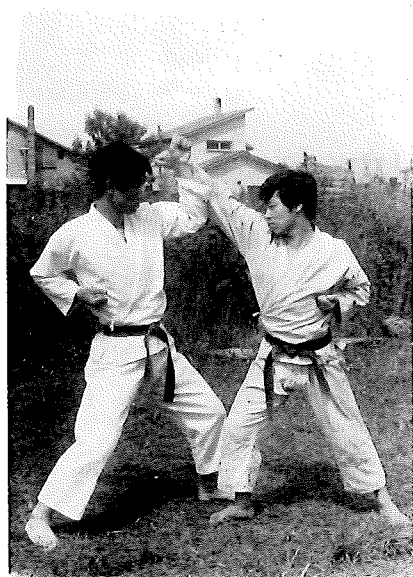


Photo 6. Jyodan-uke (block against head)



Photo 7. Jyodanjūji-uke (X-block against head)