

1974	バイオメカニズム学会	発行: バイオメカニズム学会
10.1	月報	事務局: 東京都新宿区西大久保4-1470
№51	SOBIM NEWS	早大理工学部58号館214号室
		加藤研究室内(郵便番号160)
		電話 209-3211 内線228

## 第50回ソビーム例会のお知らせ

下記により第50回ソビーム例会を開催します。おさそい合せの上御参加下さい。

日時: 10月25日(金) 14:00~17:00

場所: 早大理工学部

話題: 動的な動作のできる人工の手 内山 勝(東大)

垂直力, 作用点の軌跡をもとにした歩行解析

河村 洋(都補装具研)

司会: 土壘和夫(労災義肢センタ)

参加費: 会 員 300円

学生会員 無 料

非 会 員 1,000円

### 次回の予定

11月22日(金) 10:00~12:00

Some Problems in Modern Biomechanics with Potential Application in Bioengineering Developed in Poland

Prof. A. Morecki (Technical Univ. of Warsaw)

＝提言1＝

リハビリテーションとバイオメカニズム

大塚 哲也 (玉造厚生年金病院長)

人間の特徴の主なものとして、(1)起立，歩行（主に下肢，体の動き）。(2)母指が対立位にあり、「人の手」の働きをする。又示指は「第2の目」ともいわれ，感覚として重要（手は外部の「頭脳」）。(3)「ことば」をもっている。以上の点があげられると思う。また眼は発生学的に脳より分離し，人の感覚の約80%をキャッチし，感覚として重要である。

特に人間は自分の「意志」により，行動する。

疾病あるいは外傷などにより，人間の特徴がそこなわれた場合，リハビリテーション医学では，色々の手段，方法により，出来る限りもとの「人間の特徵」に近づけるように努力する。

併しこの場合大切なのは，心身障害者自身に「自分で立ち上る」意志がない限り，いくらよい施設がととのい，よいリハビリテーションスタッフが揃っていても，リハビリテーションは成功しないのである。

これはバイオメカニズムを心身障害者に応用する時にも大変大切なことで，本人の「意志」，「意欲」があるかないかが全てを決定する。

いくらよいものでも，本人自身が「受動的」では成功しないのである。

また心身障害者は，その最初に接し，指導を受けた人のもっている，「知識」「技術」をそのまま鏡のようにはっきりと，そのまま受け入れ身につけてしまう。つまり障害者のその後の「一生」は，「最初に出会った指導者の能力」により，左右されることになる。恐ろしい事である。例えば大腿切断者に義足を装着させる場合，最初にアラインメントの不良で，ソケットの適合不良なものを装着させると，あとでいくら正しいアラインメントの大腿義足を装着させようとしても，切断者自身絶対装着したがる。即ち切断者自身，不良義足を装着したかたちのまゝで，その切断者自身はその人全体としてのバランスをとるように，「条件づけ」されるからである。

障害者は「その人全体」としてバランスをとっていることを忘れてはならな

い。この事を補装具（広義）を装着させる場合、特に頭に入れておかねばならない。局所だけをつついてもだめなのである。尚、人が新しい環境に適合するには3～4週間を要する。従って、もしあやまっている場合には、この期間内に「修正」しなければ、それ以後の「修正」は不可能となる。

障害者は起立、歩行のために、積極的に補装具（広義）を装着しようとするが、手の場合には、片手動作で日常生活動作ADI activities of daily livingの約80%が可能であるため、仲々補装具（広義）を装着しようとしなないし、又「人の手の機能」以上の補装具も開発されていない。「補装具の機能」か「人の手の機能」と同等、或はそれを上廻った時、はじめて、この補装具（広義）は障害者に積極的に受け入れられるであろう。

現在開発されている電動義手（感覚義手）も同様である。「眼」或は「筋電図」などによるフィードバック feed back では、義手の「作動」迄に時間の差があり、細い動作に不適合を来す。もしかりに人の「意志の脳波」（意志波）がキャッチできて、これが実用化されたならば、電動義手は更に実用的なものとなるであろう。

「いたみ」は身体的病変の発生に関する警告反応であると同時に、心理的な危機に対する警告反応である。また「いたみ」は他人に対する救いを求める叫びで、コミュニケーションの手段であって、人々はその背後にあるところの意味を読みとり、分析しなければならない。にも拘らず、一般に人々は「いたみ」に因して無関心である。臨床的には(1)末梢性疼痛、(2)中枢性疼痛、(3)心因性疼痛の分類がよく採用されるが、バイオメカニズムの進歩により、これら「疼痛の分類」、や「疼痛の量、質」を「数的」に表現できるようになると、すばらしいと思う。障害者の心因性の疼痛因子の背後には、家族構成と収入とのアンバランス、生活不安、身体的不安、家族的不安、補装具（広義）の不適合、身体障害や職場での差別待遇などに関する欲求不満、経済的不安、行動に対する不自由などが存在するので、これらに対しても充分の配慮が必要である。最後に「人」はその人全体として「人」であることや、心理面を無視できないことと、人は自分の「意志」で補装具（広義）を使用すべきで、逆に補装具に引き

廻され、利用され、使われてはならない。このことを銘記しておかなければならない。

＝ 提言 2 ＝

動力義肢における人間系と機械系の制御に関する問題について

山 田 憲 吾 (徳島大学医学部整形外科)

我々の調査によれば、上肢の欠損者は下肢のその3倍も多い。しかし、現状では義手は義足の3分の1程度しか実用に供されていなかった。このことは手の機能は足のそれほどに旧来の義肢、即ち人工的な道具程度では代償され難いことを示すものとも思われる。同時に、上肢は下肢と異り、片側でも健全肢が残されておれば欠損肢の機能をかなりよく補い得るほどに器用であることを示しておるものと思われる。このように、四肢のうちでも手は、特に精巧で複雑な機能を果たすものであり、脳の出先機関ともみなされているものである。しかしながら、現在の進歩した工学技術を駆使すれば、我々の手が日常行っている程度の機能は機械によって充分与えることはできる。ところが、このようなものは直に義手とみなすことには問題がある。外形や重量だけの問題ではなく、義肢はロボットとちがひ、ヒトがこれを装着して自在に操作できるものでなければならない。義手はヒトがその装着を受け容れるに足るだけの軽さや外觀、感触を持つほかに、常に安全であり、当人が容易に操作できるということが必須の条件である。ヒトが義肢という「機械によって振り廻される」ものであってはならず、あくまでヒトが使う機械であることが必要である。即ち、義手は人間工学的所産であっても、人間が機械に従属するものではなく、あくまで人間優位が貫徹されなければならない。

云うまでもなく、義手それ自身は体外異物である。しかし、それが人体の一部として機能し、いわゆる「血の通った義肢」であるためには、人体の制御体系の中に取りこまれる必要がある。そして、義手自身の制御機構も人体のそれに似通ったものであることが望ましい。ところで、人体各部の随意運動の指令の主座は大脳皮質の一次的運動領野 Area 4 にあり、その部には末梢体部に対

示したそれぞれの中枢性支配区域が定められている。この中枢性支配区域の広さは末梢体部の広さとは必ずしも一致せず、一般に巧緻運動を必要とする体部に対してはその区域領野が広く、そうでない、粗大運動を主とする体部に対しては狭い。このような区域領野の狭い、 $\alpha$ 系支配の乏しい体部に対しては皮質下の基底核や脳幹、脊髄の $\gamma$ 系自動機構がその機能を補填している。ところで、上肢に関しては、その一次的運動野の大部分は手指の支配区域領野によって占められ、肘や肩のそれはきわめて狭く一小部分を占めるに過ぎない。このことは手指は $\alpha$ 系支配による随意運動を主とする体部であり、肘や肩は $\gamma$ 系支配による自動運動を主とする体部であることを示している。動力上肢義肢に対しても、このような人体の制御機構に似通った体系が採り入れられるならば、その制御も容易となり、義肢機能の向上を図ることができるのではないかと考えられる。

切析者は欠損によってシグナル採取部位に制限を受ける。即ち、欠損が大きくなればなるほどシグナル採取部位は狭くなる。このため、目的に応じて指令機構をできるだけ簡易化するように努めると共に、自動機構の動入を図ることも必要となる。例えば、全腕義手ならば肩の3自由度から肘、手首、手先を含め少なくとも7自由度が要求され、その各々に指令シグナルが必要とされる。しかし、この際、その指令機構を、最も精緻な随意運動が要求される手先と手首に注重的に設定し、肘や肩に対しては自動的な協調動作制御方式を採用しては如何かと考える。云うまでもなく、肘と肩の動作は主として手の位置決めであり、健常者はその日常生活においてほとんど無意識的にこれを行っている。そして、「滴む」、「握る」と云うような手指の最終目的動作だけをもっぱら意識している。著者は、動力義手の機構を、ヒトがごく自然に行っている中枢神経の制御機構になぞらえて設定することができれば、義肢はもっと使用し易く便利になるのではないかと考えている。云うまでもなく、上肢の運動パターンはほとんど無限と云ってもよい程に多様である。しかし、この総てを義肢に求めることは不可能に近いし、その必要もあまりない。殊に両上肢高位欠損者に対しては日常生活動作の上からこれを簡約化し、少くとも食事や机上作業が

可能で、衣服の着脱やトイレット動作ができる義肢が望まれる。そして、これが現状では両上肢欠損者用義手の理想像ともされている。ところが衣服の着脱やトイレット動作は人前でやる動作でないでそれぞれ独自の工夫や補助具を用いて目的を達することも可能である。しかし、人前でやる食事動作や机上作業はエチケットの問題もあり、ほとんど全面的に義手の使用に頼らざるを得ない。したがって、全腕義手の作業としては少なくとも上述の2動作、食事と机上作業が円滑に行えるように機構上の設計がなされる必要がある。そこで義手の位置決めとして上述2動作をもっぱら基本にとり、その肩と肘に協調動作を行えるように制御回路を組み、手先には最終目的の指令を与えて握むとか握むとか、これを離すとかの作業を行わせるようにすれば、義肢の操作も容易になるであろうし、その設計も簡易化されるかと思われる。もっとも、位置決め動作の自動機構は精度の高いものが望まれることは当然であるが、過度にロボットのことは適当でない。多少の位置のズレはヒトが首や胴を使って調整するという風に人間系が関与し得る場を残しておいた方が色々な意味で良い面も少なくないと思われる。

最近における工学技術面の進歩によって動力義手本体に関する基本的問題の多くはほぼ解決に近づいた。残された問題は人間系と機械系における制御方式の接点に関する事項であろう。マイクロコンピュータの出現とその改良は動力義肢発達の将来の礎となるものと思われる。

#### お知らせ

諸経費高騰の折から、止むをえず10月からの新会計年度より会費を下記のように改訂しましたので御了承下さい。

会 員	3,000円/年
学生会員	1,500円/年

## 技術データ

全身レ線撮影夜話 (4)  
股関節力の評価 (其の一)

鈴木 裕 視 (鈴木整形外科)

片脚起立時、人工股関節にかかる荷重量評価の一方法として、全身骨格のレ線撮影を行い、重心線に対するモーメント計算から股関節力を体重との割合で評価してみようと考えたのが1965年頃で71年2月にやっと実現し、現在まで60例近くについて行った。当初は片脚起立時の動揺を心配し、0.01秒撮影をめざし、股関節部の厚さ20cmのモデル0.02秒撮影というかなり無理な条件で撮ったが、数を重ねるにつれ、下肢の機能障害が高度でなければ、0.1~0.05秒でもブレは余り問題にならぬから、無理をしないで済むことがわかった。当初はうまくとれるか否かという心配が先立ち、モーメント計算の理論的な面は実験を始めてから真剣に考えた次第であった。幼稚な理論から出発し、試行錯誤を重ね、ある程度の形をなしてきたが、生体機構の複雑性を思うとき、大胆な簡略化や、無知の多いまゝ理論を組み立てている点を予めお断りしておきます。以下の話に読者御批判いただけたら幸いです。図1は回転端の棒の上に重錘が乗っている場合を考えたもので、両者間に支持機構のない場合：a)のように一本棒の上に重錘をのせる場合、重錘と棒の重心線が合致する必要がある。b)のように2本棒の上に重錘をのせる場合、重錘の重心線が棒から外れないようにあればよい。重錘と棒の間に支持機構のある場合：c) d)のように棒の上端から重錘の重心線が偏っておくことができる。c)のようにb)から棒を一本外した場合、下端が固定される必要がある。d)のように下端が自由端の場合、重錘と棒を含む全体の重心線は下端を通るが、重錘の重心線は全体の重心線より左に $\Delta x$ ずれる。棒の上端にかかる荷重量：a)では重錘に等しく、b)では棒上端の両支点間を通る重錘重心線の内分比に逆比例する。c, d)では重錘及び重錘とバランスをとる外側支持機構に生じる張

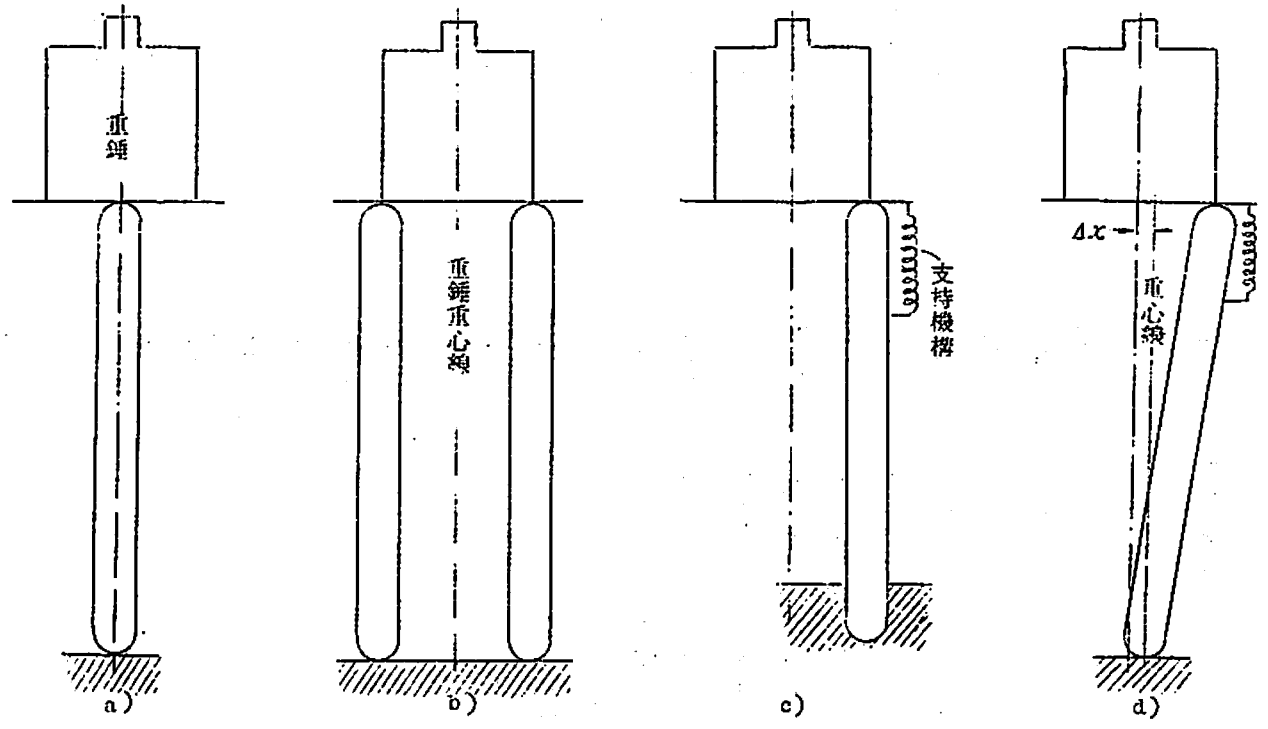


図1 回転端の棒上に重錘をのせておく方法



力の和となる。

重錘は股関節以上の体重部分，棒は股関節以下の体重部分を表すものと考え、人が立っている状態にみたてたとき、a) は側方からみたときに近似する。前後方向からみたとき、b) は両脚立ち、d) は片脚起立時、移動中の支持脚はc) の下端が自由端からd) の間をいろいろな程度でとるものと考えられる。

片脚起立時、股関節にかかる荷重を求めるのは、d) で棒上端にかかる荷重を求める問題とみればよい(問題を簡単にするため、側方からみたとき、全体の重心線は股関節を通る。すなわちa) の状態とする。両脚で立っている状態b) から片脚立ちd) となっても骨盤に回旋が生じないものとする)。すると、問題は①重錘の重量 ②外側支持機構に生じる張力 の2つを解くことになる。①は体重から立脚肢の股関節以下の重量を引けばよい。②は重錘の重心線～棒上端の支点～外側支持機構間の距離の比(テコ比)を解明することになる(図2)。図2の $L_B$ を求めるには図1d)で重錘重心線～全体の重心線のズレ $\Delta x$ を求めることが必要で図3の $\Delta x$ として求まる。以上から先の問題①は $W - W_r$  ②は $M = (W - W_r) \frac{L_B}{L_A}$ 、股関節以下立脚肢の重量( $W_r$ )とその重心位置の解析、骨盤構造( $L_B/L_A$ )の

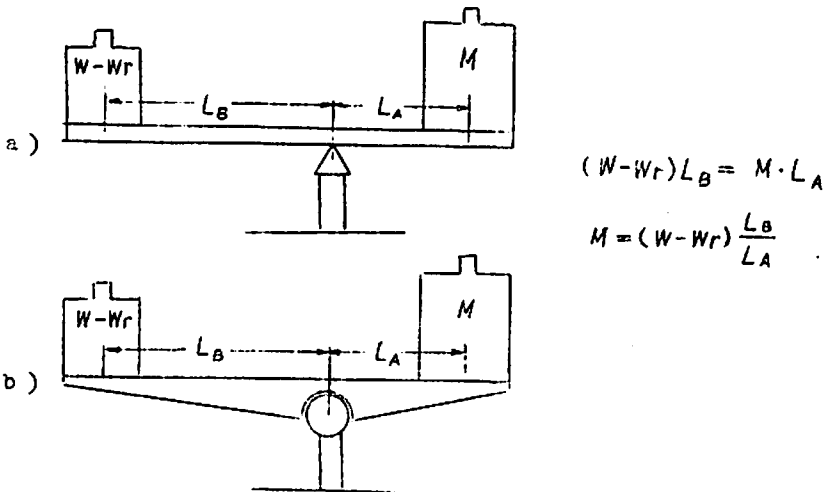
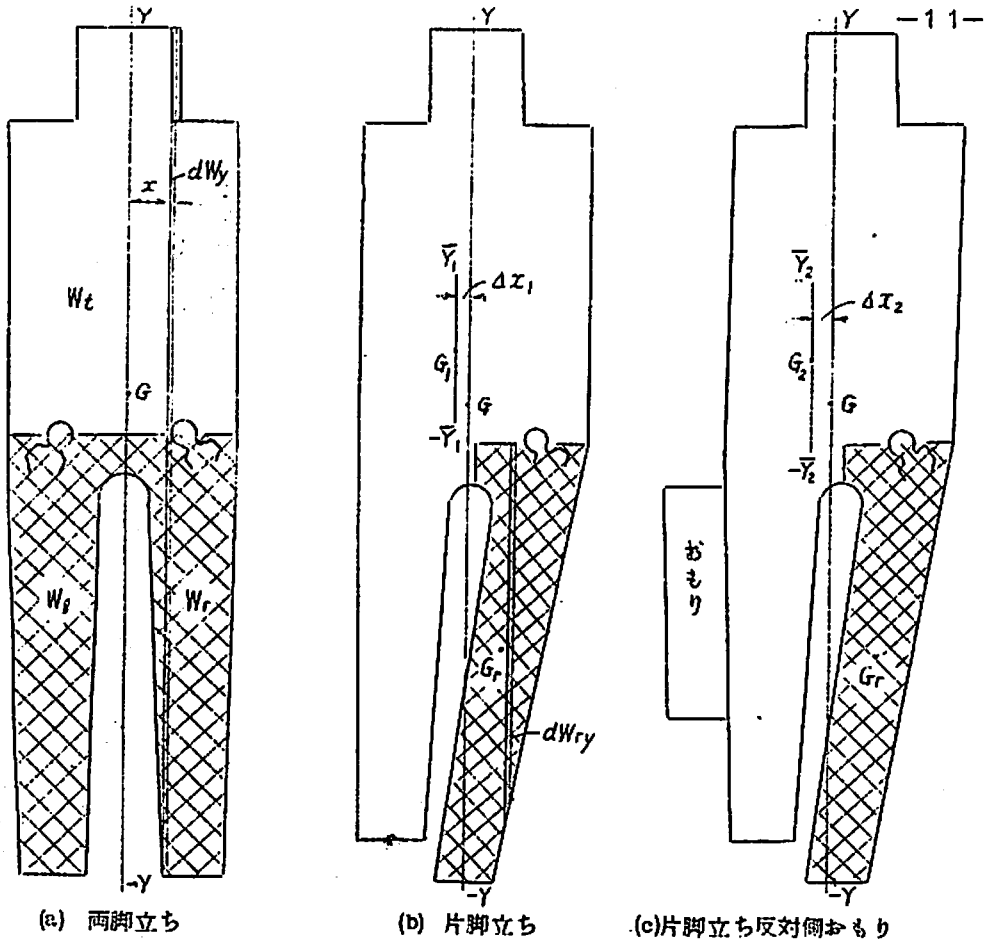


図2 天平と股関節機構の比較

解析と書き替えることができる。

生体で一下肢の重量 ( $W_r$ ) を求めるのは難しい。そこで①健康人では下肢の左右差は通常無視してよいであろう。②身体各部は中実であれば平均密度に大差ないであろうという仮定のもとに、股関節中央以下（下肢10区分）の排水体積を測る（股関節中央位置確認はレ線写真で行う）。最大呼気時の全身排水体積から推定死腔量を除いて近似的の中実体積を求め、便宜的全身平均密度を測った。その結果を「肥満度」との関係で図4に示す。この全身平均密度と下肢排水体積の積が近似的両下肢の重量となる。これと体重の比を、臥位測定の重心高さ（脊椎の位置で示す）との関係で図5に示す。女は男に比べてバラツキの大きいのが目立つ。この半分が立脚肢の体重に対する重量比とみれば一応合理的と考えられる。立脚肢の重心位置を求めるため、股関節以下を図6のように10区分に分け、膝蓋骨上縁に対する各区分のモーメント分布を求める。モーメント0のところは大略のところ膝関節裂隙から膝関節上縁までの距離の2倍あたりであって、これと大腿の2等分線との交点  $P_2$  を近似的に立脚肢の重心位置とした。 $\Delta x$  は全体の重心線から立脚肢の重心までの距離の20~28%だけずらせばよいことになる。体重に対する立脚肢の重量を18%とすると  $\Delta x$  は22%になる。

外側支持機構は主に股関節外転筋群（大・中・小殿筋と大腿筋膜張筋からなり、中殿筋が最主力）によって営まれているが、広範な分布荷重のため理論的過程にのせるのは現在のところ極めて困難である。そこで、大転子外端と腸骨稜を結ぶ共通接線を便宜的股関節外転筋とし、両脚立ちのときのテコ比を「骨盤テコ比」、立脚肢に関するものを「股関節テコ比」（図7）と仮称することにしたが、真の外転筋 ( $\bar{M}$ ) は便宜的なもの ( $M$ ) より内方に向っているから真の股関節テコ比は便宜的なものより大きくなる（図7で  $(L_H + \Delta x) / L_A < (L_H + \Delta x) / L_{\bar{A}}$ ）。



(a) 両脚立ち

(b) 片脚立ち

(c) 片脚立ち反対側おもり

Y軸から距離x離れたところに微小区分dxをとりその部分の全重量をdWy, 網目部分をdWryとする。 Wt: 網目なし部分(股関節以上の部分に相当)の重量

Wl, Wr: 網目部分(立脚肢相当)の重量 Ww: おもりの重量

Y ~ -Y: 全体の重心線

Y<sub>1</sub> ~ -Y<sub>1</sub>: W - Wr部分の重心線, Y<sub>2</sub> ~ -Y<sub>2</sub>: W + Ww - Wr部分の重心線

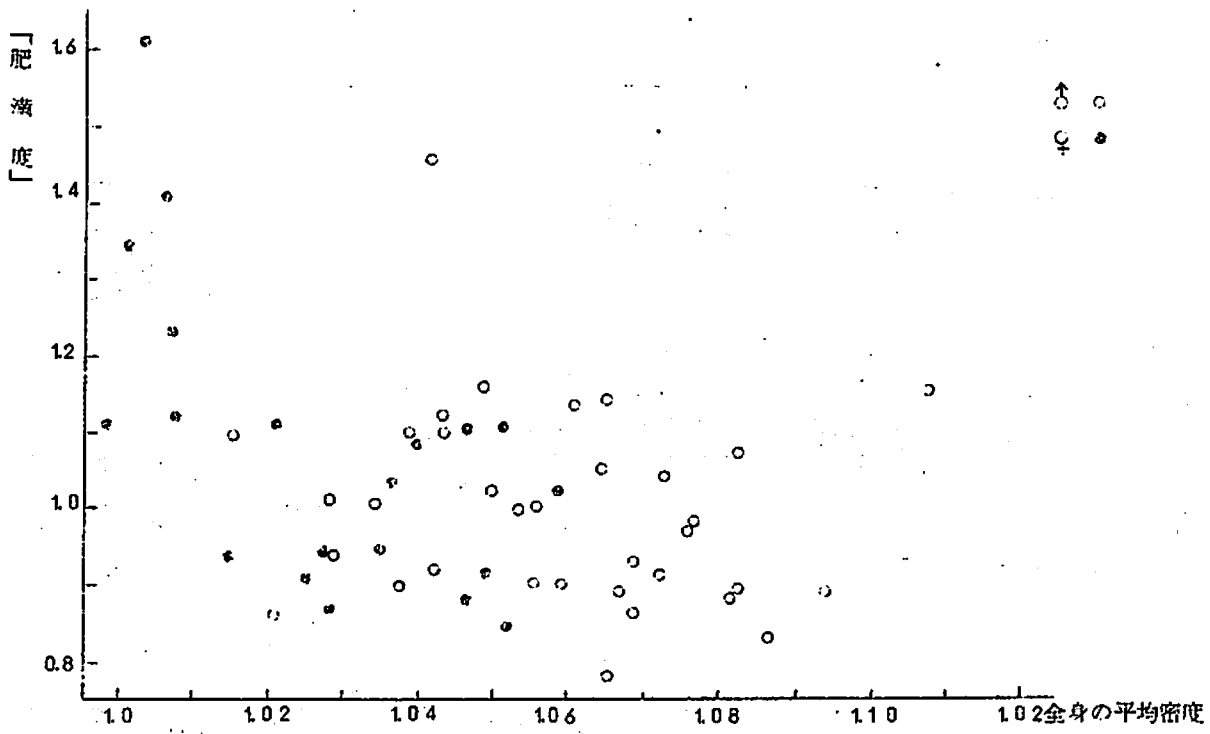
$$\int dW_y = W = (W_t + W_l + W_r)$$

$$\int x \cdot dW_y = 0 \quad \Delta x_1 = \frac{-\int x \cdot dW_{ry}}{W - W_r} \quad \Delta x_2 = \frac{-\int x \cdot dW_{ry}}{W + W_w - W_r}$$

dx · dWry は全体の重心線に対する立脚肢のモーメントを意味する。

$$\begin{aligned} \text{便宜的股関節力 (J)} &= (\text{全体の重量} - \text{立脚肢の重量}) + \text{便宜的外転筋力} \\ &= (W - W_r) \times (1 + \text{「股関節テコ比」}) \end{aligned}$$

図3 全体の重心線と荷重(重錘)部分の重心Gの関係



「肥満度」：体重 / Broca 標準体重      Broca の標準体重：(身長 - 100cm) × 0.9 kg  
全身の平均密度：体重 / (最大呼気時の全身排水体積 - 推定死腔量)  
推定死腔量：肺残気量 + 気道・口 容積，Broca の標準体重に対し ♂ 25 ml/kg ♀ 23 ml/kg とした

図 4 「肥満度」と全身平均密度の関係

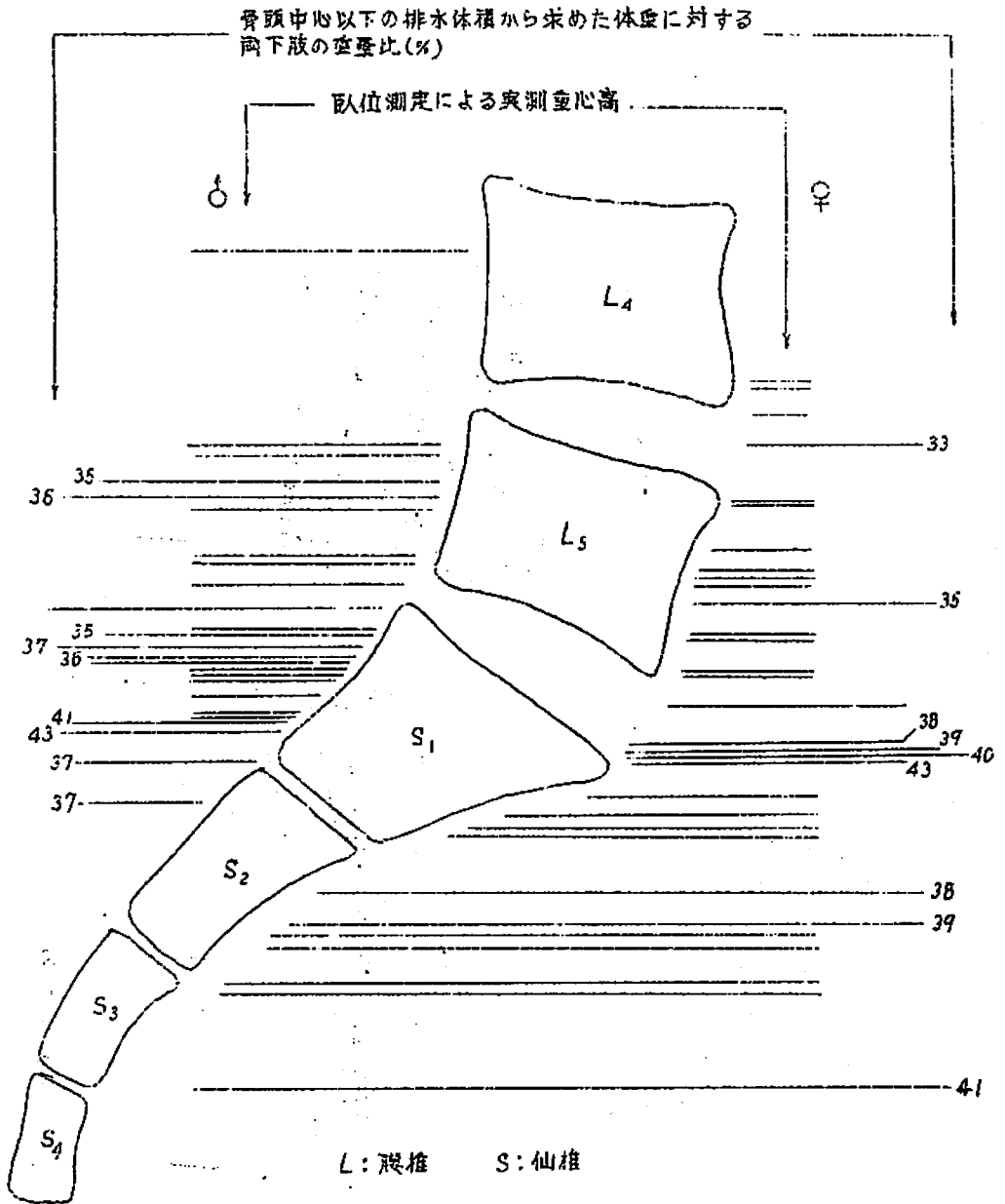
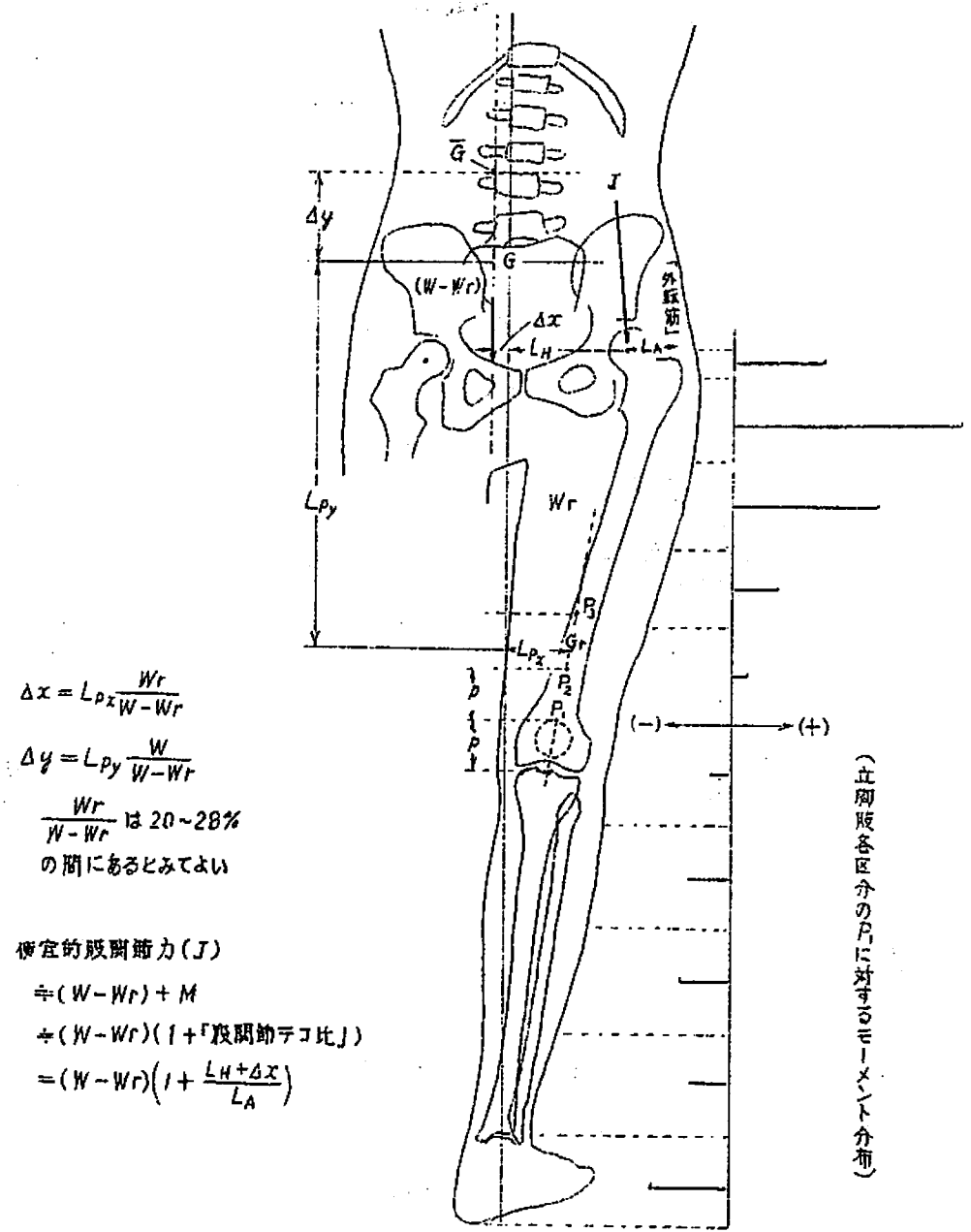


図5 重心高と体重に対する下肢重量比(%)の関係



$$\Delta x = L_{px} \frac{W_r}{W - W_r}$$

$$\Delta y = L_{py} \frac{W}{W - W_r}$$

$\frac{W_r}{W - W_r}$  は 20~28%  
の間にあるとみてよい

便宜的股関節力(J)

$$\doteq (W - W_r) + M$$

$$\doteq (W - W_r) (1 + \text{「股関節テコ比」})$$

$$= (W - W_r) \left( 1 + \frac{L_H + \Delta x}{L_A} \right)$$

(立脚版各区分のP<sub>i</sub>に対するモーメント分布)

図6 全身の重心(G), 立脚肢の重心(Gr), 荷重部分(W-Wr)の重心(G-bar)の関係

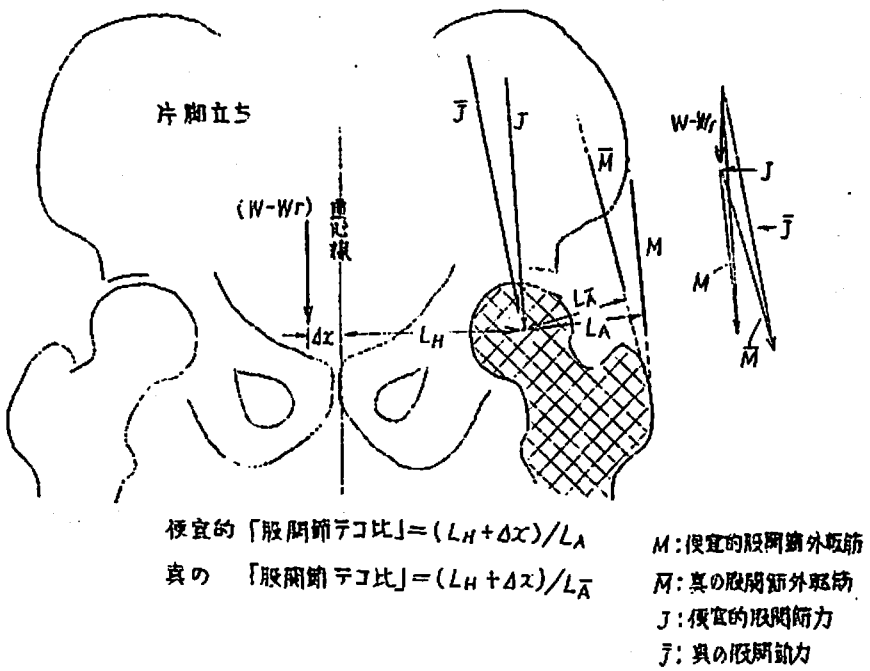
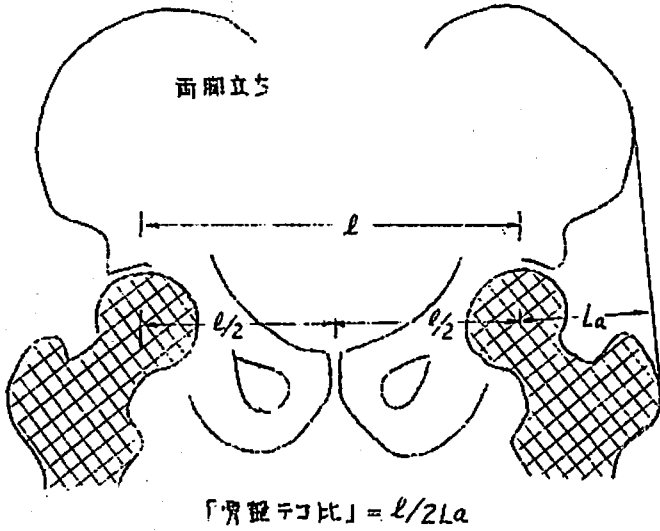


図7 骨盤構造の解析

## 7月例会の記録

日 時：7月26日（金）13.00~19.00

場 所：東京都補装具研究所講堂

参加者数：122名

司 会：加藤一郎（早大）

SOBIM月例会での映画会は4年半前の1970年1月の例会以来のことで、今回が2回目になる。いずれも非常な反響を多数の方からいただき企画者として有難く思う。

前回は“海外のロボットとサイボーグ”という主題の下に、11本の海外フィルムを、Handling, LocomotionおよびMedical Useの3部に分けて上映したのであった。それに対し今回は“ロボット工学とリハビリテーション工学”という主題の下に16本の映画をロボット工学、バイオメカニズムおよびリハビリテーション工学の3部に分けて、無慮6時間にわたり上映した。商業映画館の3本立顔負けの大映画会となった。

両映画会を企画して感じたことは4年半という歳月の重みである。今回上映された16本のフィルムの内、実に11本が国内のフィルムであったことにそれが短的に表われている。

上映プログラムは次の通りである。

### 第1部 ロボット工学

- 1 Robot at ETL (電総研)
2. SIRCH Assembly Robot (Univ. of Nottingham)
3. New Technique for Terminal Control of Manipulator Motor (J. P. L.)
4. 水中調査ロボット (日立機械研)
5. 病院内運搬ロボット (Harper Hospital)

### 第2部 バイオメカニズム

6. GAMS Project (G. E.)



7. Mechanical Aide (London Univ.)  
8. WABOT (早稲田大学)  
9. Biomechanical Study of Serpentine Locomotion (東京工大)  
10. Working Machine (機技研)
- 第3部 リハビリテーション工学
11. 光あたらに (神奈川総合リハセンター)  
12. 太陽の家 (太陽の家)  
13. テトラエース (太陽の家)  
14. リハビリテーション工学の世界 (科学技術庁)  
15. 前腕筋電義装着の実際 (都補装具研)  
16. 大趾切断者のADL (労災義肢センター)

国際会議

Romansy-76 (第2回マニピュレータとロボットに関する理論と実際に関する国際シンポジウム) に関し、国際事務局より次のような大綱を知らせてきました。

委員長: Prof. B. Roth (U.S.A.)

日時: Sept. 14~17, 1976

場所: Radziejowice (ワルシャワ近郊, ポーランド)

登録締切: June 30, 1975

論文締切: Feb. 29, 1976

トピックス:

1. Mechanics (Kinematics, Dynamics, Power Systems)
2. Control of Motion
3. Sensors and Intelligence
4. Synthesis and Design
5. Man-Machine Systems

6. Biomechanics of Motion

7. Application and Social Impact

これらの要項は若干の変更があるかもしれません。正式アナウンスメント到着次第改めてお知らせ致します。

昨年9月開かれた第1回シンポジウム Romansy-73 の論文集が発行されています。

CISM-IFTOMM-Robots and Manipulators-Romansy '73

(Proc. of Romansy)(Springer-Verlag)

Catalog No.

ISBN 3-211-81252-0, Wien-New York

ISBN 0-387-81252-0, New York-Wien

お知らせとお願い

- (1) 第4回バイオメカニズムシンポジウムを昭和50年7月10日から12日の3日間にわたり伊豆サイクロッジ、生産性本部研修所において開催すべく準備を進めております。シンポジウムの運営には第3回までの経験を生かし、より楽しいものにしたいと考えております。シンポジウムの運営、構成などに関し、積極的な御意見をお寄せ下さい。
- (2) この月報も早いもので51号となりました。この機会に月報の体裁を刷新したく想を練っております。一例として、表紙は誌名と目次のみにし、月例会のお知らせは巻末に記し、切り取り掲示できるようにするなどの案が提出されております。つきましては、
  - A. 表紙デザイン(1 or 2色刷)
  - B. 全体構成などについてアイデアを御提供下さい。  
締切は一応11月末とします。

今月の入会者

番号	氏名	勤務先	連絡先	住所	卒業校次
518	荒木 進	田村特殊製作所	住所	〒950 新潟市上所島589 TEL 45-0612	
519	Laszlo Nemes	ハンガリー科学アカデミー	H-1802 BUDAPEST KENDE u 13-17 HUNGARY	BUDAPEST X11 LORANT u 8	UNIV.FOR HEAVY INDUSTRY MISUOLC HUNGARY 1971年卒
520	加納 義夫	大垣市民病院	〒503 岐阜県大垣市南畑町 TEL 0584-81-3341	〒503 大垣市深池町719 TEL 0584-89-1743	
521	砂崎 隆	沖電気工業(株)	〒108 港区芝浦4-10-3 本店2号別館 TEL 454-2111	〒141 品川区西五反田 415, 13 沖電気明工寮 TEL 491-6822	神戸大 463卒
522	白沢 厚	温泉治療研究所	住所	〒386-01 長野県小県郡丸子町 塩川2-570 石井団地43-98号	東京電子専門学校 47年卒
523	平島 茂	横浜国大	住所	〒229 相模原市西大沼 2-16-13 TEL 0427-43-9753	横浜国大 工50年 卒見込

図 書 ニ ュ ー ス

第3回バイオメカニズムシンポジウムの論文集

「バイオメカニズム2」

この論文集には第2回のサマリとパネルディスカッション、および第3回シンポジウムにおける討論なども収載されております。貴重な参考文献として御手許に備えられることをおすすすめします。特価でおわけしておりますので注文書を当会宛代金をそえてお送り下さい。周辺の方々にもおすすすめ下さい。

バイオメカニズム 1 特価 4,500円 定価 4,800円

バイオメカニズム 2 特価 5,500円 定価 6,000円

(送料当会負担)

なお、第2回バイオメカニズムシンポジウム論文集(312頁)が2部残っています。実費3000円(送料当会負担)にてお分けします。これは上記1,2の中間に位置するものです。代金をそえてお申込み下さい。

1974 11. 1 /652	バイオメカニズム学会 月 報 SOBIM NEWS	発行：バイオメカニズム学会 事務局：東京都新宿区西大久保4-170 早大理工学部5-8号館2階4号室 加藤研究室内（郵便番号160） 電話 209-5211 内線228
-----------------------	---------------------------------	--

## 第51回ソビーム例会のお知らせ

下記により第51回ソビーム例会を開催します。おさそい合せの上御参加下さ  
 り。

日 時：11月22日（金）10.00～12.00（時間変更に御注意下さい）

場 所：早稲田大学理工学部51号館2階会議室

話 題：Some problems in modern biomechanics with  
 potential application in bioengineering developed  
 in Poland

A. Morecki (ワルシャワ工業大学)

司 会：飯 田 卯之吉（国立補装具研）

参加費：会 員 300円

学生会員 無 料

非 会 員 1000円

---

次回は12月13日（金）の予定です。

＝提 言＝

相互に学習しあうロボット-ロボットシステム

中 村 嘉 平 (名大)

最近コンピュータと会話するシステムに関する研究が盛んに行われている。グラフィックディスプレイを通してコンピュータと情報交換や意志交換を行うシステムである。CADは複雑な計算の実行をコンピュータに行わせつつ設計を適正なボタン(値)に改善してゆく方式である。CAIは特徴のある個人教育や多量の情報を必要とする多人数教育においてコンピュータの助けをかりながら行う教授方式である。これらはいずれもコンピュータの多様性と多記憶性に富んだ機能を活用することに目標がおかれている。そして、これらの場合においてはコンピュータと対話する主役が人間である点が特徴である。

ところで、この考え方は知能ロボットによる会話システムへと発展させられそうである。人間とコンピュータの対話するMan-Compシステムでは、人間の労働力をコンピュータに代行させるという意味で確かに利用価値の大きいシステムである。しかし、そこではコンピュータは人間の補助機械としての役割の域を出ていない。これにたいし、知能ロボットによる会話システムRob-RobシステムまたはRob-Manシステムは相互システムにおける主役をロボットにやらせようというわけである。ロボットには通常自己の行動決定や情報処理のためコンピュータを内蔵または外蔵させていることを考えると、上に述べた相互ロボットシステムの考えは話を複雑にするだけのように見える。しかし、次の様な意味で興味があるといえる。すなわち、いま“お使いロボット”を考えてみる。ここでは主役はロボットであると同時にその相手は高度な機能をもつ人間である。したがってロボットは人間の出方に対応した適切な対策を自ら選択しつつ行動しなければならない。Man-Compシステムではコンピュータは単なる奴隷にすぎないし、月並みのロボット物体システムではロボットの相手は自己意志のない物体にすぎない。これにたいし、Rob-Robシステム又はRob-Manシステムでは主役のロボットが意志決定力のある人間を相手としている点が大いに違う。この意味において、お使いロボットやゲームロボットは普通の

ロボット-物体システムと大いに趣を異にしていて、今後開発の必要があるといえよう。

ところで、いま提案した Rob-Rob 又は Rob-Man システムはゲーム論的行動をするシステム、あるいは相互に学習しあうシステムといえることができよう。そして制御理論的にいえば、最適方策決定技術を基盤としつつ相互に意志決定を繰返す相互学習制御系といえることができよう。そしてこのシステムにたいする設計理論は少くとも大筋としては現在の学習制御理論で役立つのではないかと思う。この意味においてここであらためて相互ロボットシステムの研究を提唱する次第である。

## ＝ 提 言 ＝

碑 田 正 虎 (鉄道弘済会・東京身障者福祉センター)

1952年、Weil, Haefner により開発された Heidelberg Pneumatic Arm Prosthesis は、その後幾多の研究改良が加えられ、1957年、London で開かれた国際肢体不自由者福祉協会 (現在の国際リハビリテーション協会 ISRD) 第7回世界大会、義肢装具部会で Marquardt によりその実用例が発表せられ、好評を博し、その film はこの大会で賞をうけた。これはその後、引続き Copenhagen で開かれた ISRD 第1回義肢講習会でも詳しく公表された。また、1963年、Copenhagen で開かれた第9回 ISRD 世界大会では、Dysmelia 問題について、Lindemann, Marquardt の Heidelberg チームは、prosthetic rehabilitation について報告し、その効果は高く評価され、そのチーム・アプローチに対し大会賞が贈られた。この会議に先立ち、WVF (World Veterans Federation) 主催の第2回義肢専門家会議が召集せられ、Münster の Hepp は、サリドマイド児の問題は electric, pneumatic, hydraulic の方法で解決せられねばならぬと力説した。(ドイツ政府援助の義手研究施設、サリドマイド児研究施設) 私はこれらの会議に出席し、更に1966年、Wiessbaden の ISRD 第10回世界大会、Münster でのセミナー、

Heidelbergへの委員会見学訪問などを通じ、委員会メンバーとして比較的長時間、お互いに接触して見聞を高めることができ、現在もなお、その印象が念頭に残っており、切断者リハビリテーションを行なう場合の指針としている。

1. まず切断者を、全身的に、また切断肢の局所的に、義肢の使用に耐えられるに十分な体力を準備すること。
2. 義肢は構造が簡単、堅牢、軽量で、修理、部品の交換が容易であり、機構は精密仕上であり、維持費が低廉であること。機構の精巧さよりも、ソケットの正しい解剖学的適合とアライメントに重点がおかれること。
3. 義肢の習熟訓練（身体的、心理的）がある一定期間、不可欠のもので、できれば集団訓練が極めて効果的であること。
4. 義肢の処方は、初心者には簡単なものを、訓練が進むに従い、あるいは復習講習を通じて、複雑な精巧な機構を段階的に盛込むこと。
5. 切断者の心理的問題は無視できず、訓練は直接、強制的命令によるよりも間接的命令により、自発的ムードをかもし出すこと、

以上は切断者を中心とした、リハビリテーションチームワークによって、はじめてなしうるところである。私は、戦時中、軍病院退院後の在郷戦傷切断者の復習義肢訓練を数次に亘り繰返し、義肢の身体的、職業的適合性の良否を検討して改良を行ない、好結果をあげたことを思い起す。Marquardtは、彼の業績の一連のスライドや映画が示す情景は、如何にもスムーズな過程を経て到達し得たかのようにみうけられるが、実は筆舌に尽し難い困難さがあったことを述懐した。1963年には、HeppもMarquardtも、サリドマイド児のような極めて重度者には、先づ義肢なしで、残った体の部分のすべてを利用してADLをマスターする訓練を忍耐強く続け、次で義肢の使用に習熟させ、義肢が破損しても当座の生活に困らぬようにさせ、義肢は常に身体に残った部分の筋力と感覚とを発達させ、筋の廃用萎縮をおこし、健康を阻害しないよう努めるべきだと強調した。生活を便利に、豊かにすることは極めて重要であるが、そのため体力を弱わめることになっては問題である。逆にまた過労も戒むべきことであろう。



近代産業の発達にともない、義肢は更に機械化され、精巧さを増して行く事だろうが、恰も自動車運転免許取得のように安全運転のためには、絶対に一定期間の訓練が不可欠のものであろう。切断者は義肢をつけたら市販の靴や器具を買ったときのように、すぐ歩け、使えるように考えている人が多い。それにも増して重要なことは、精巧な義肢部品の組込みや修理が、近代義肢の理論と実際を習得した技術者に容易にできる；ユニット化されたものであることが、この種の義肢の発達普及を促すものではあるまいか。

〈エッセー〉

不器用について

泉 久

英語で“私は不器用です”と言う場合、他にもいろいろな表現の方法があると思いますが、I am all thumbs.と言う場合があります、日本語で「器を用いることができない」と表現するのに対して、英語では「私の指は全部親指です」と言うのが大変面白いと思います。あなたの手をよくよくながめて下さい、親指は他に比べて関節が少ないことがおわかりと思います。試みに他の関節をテープで巻いて固定してみると、いろいろと仕事がしにくいことがわかり、英語の表現の面白さとともに、人間の手の精巧さに感心させられます。

またこの不器用の変形として、取扱説明書をよく読まないため、または取扱説明書が不備であったために「器を用いることができない」と言う問題が起ることがあります。T社のCRTを御使いになった方はよく知っていると思いますが、開腹手術をしている外科医が途中で医学書を読んでいる漫画の印刷されたカードがCRTに付いていて、使用前に取扱説明書をよく読まない、このようになりますよと知らせています。

ところが新しい機械を受けるとすぐに電源に継ぎあちらこちらと手探りで試しながら使ってしまう人を時々見かけることがあります、その為取扱説明書に書いてある特殊な使用方法を知らないで十分に使いこなしていないことがあります。また取扱説明書が不備である場合にも同じようなことが起ります

が、誤った取扱による事故で取扱説明書が原因にされた極端な例として、電気釜を火の上において焼いてしまい、取扱説明書にこの電気釜は火にかけてはいけないと書いてないのが悪いのだ、これはメーカーの責任であると言ったと言う話があります。このように考えてくると人間の体は取扱説明書がなくてもよく動くものと思います、ただし十分に勉強をしないと人間の頭脳は1/3ぐらいしか使えないと言う説もありますので、その意味ではいろいろな書物がすべて人間自身の取扱説明書になると言えるのかも知れません。

私が自動化に興味を持ちロボットの開発をやるようになった動機は、自分があまり器用ではないと気付いたためでした。大学を出て国鉄に就職すると、短期間ですが蒸気機関車の運転実習がありました。あれは見た目には大変楽しそうですが、運転するには大変な代物でいろいろと苦勞をさせられました。それで何とかしてこれを不器用な者にも使えるようにしてやろうと思ったのですが、皮肉なことにその翌年から蒸気機関車の製造が停止されてしまい、部分的な改良しか手が付けられませんでした。しかし自動化の夢は忘れられず、いろいろと与えられる業務を何とかして楽にできるようにと考えていたため、いろいろと誤解を招いたこともありました。

やがて東海道新幹線の建設がはじまり、幸運なことに自動列車制御システム(A T C)研究チームの一員として、この世紀の大事業に協力する機会が与えられました。そこでこの機会を利用して、かねてからの夢を実現させようとA T Cの研究とともに自動運転の研究を進め、東京-新大阪間の無人運転に成功しました。しかし無人運転は乗客に不安感を与える点や経費の点から採用が見送られ、今日でも運転士が運転していますが、この研究を進めている間に運転士から、そのようなものができる仕事はなくなると反対され、自動化のむずかしさの意外な面を知りました。またこの研究に当って、人間の使っている機械をそのまま自動運転化することが大変にむずかしいものだと言うことが良くわかりました、と言うのはやはり人間の代理をするための装置は人間に近い高度な能力を持ったものでなければならぬため、自動運転化しようとする機械を自動運転装置にとって使いやすいように作り変えて、人間に対しては「不

器用|なものとしたほうが良いように思われます。

~~~~~  
国 際 会 議  
~~~~~

5th Inter. Congress of Biomechanics  
June 29-July 3, 1975 JYVÄSKYLÄ FINLAND

Scientific sessions

Muscle mechanics  
Neuromuscular control of movement  
Electromyography  
Biomechanics of sport  
Rehabilitation and orthopaedics  
Ergonomics

Deadline summary

Feb. 1 1975 Abstracts  
Apr. 1 1975 Registration and hotel reservation  
May 1 1975 Complete manuscripts

Correspondence

Prof. Paavo V. Komi  
Department of Biology of Physical Activity  
Univ. of Jyväskylä  
SF-40100 JYVÄSKYLÄ 10  
Finland

技術データ

全身レ線撮影夜話 (5)

股関節力の評価 (其の二)

鈴木裕視 (鈴木整形外科)

前号の図2で股関節の機構と ( $W - W_r$ ),  $M$ ,  $L_b$ ,  $L_a$  の関係を天秤との比較で述べたが, 実際の股関節で支点の位置がどこになるかを一応吟味しておく必要があらう。

図8は股関節を構成する主要成分 (骨盤側の寛骨臼, 大腿骨骨頭, 関節包) と股関節外転筋の関係を模式的に現したものである。

- a) は寛骨臼が極めて深い場合 (これ程深い寛骨臼は実在しない。) で支点は骨頭中心と考える。
- b) 正常股関節に相当, 骨頭に対する左右の圧力分布が一様ではないから, 支点は骨頭中心から少し骨盤側にずれるが, 程度は僅かなので無視してよからう。
- c) 浅い寛骨臼。骨頭に対する左右の圧力分布はb) より偏りが大きく, 支点は骨盤側にずれるが現状では一応骨頭中心とする。外転筋の走行は垂線に対し, 斜走化する。
- d) 股関節脱臼, 支点は骨盤との接点になる。実際の脱臼股関節ではX線写真で支点の位置を判定しかねる場合がある。外転筋の走行は斜走化著明となる。脱臼脱関節を除き, ここでは寛骨臼に接する円弧の近似的曲率中心を支点とする。片脚立ち時の股関節に対するテコ作用として簡単には「骨盤テコ比」が一つの指標となる。

人は大略左右対称であるが, ときには著るしく非対称な場合があり, またX線撮影時に骨盤の回旋を伴ったりして図7の  $L_a$  の左右差が大きい場合がある。BED3Mで測って  $L_a$  の左右差1割以上を除いた男女各500例について測った結果を図9に示す。個体差が大きく, 性差もみられる。図10にいろいろな値の

「骨盤テコ比」を示す。

腸骨稜外側，股関節・大転子外側の位置関係が人により差があるので，FPDの変化につれて「骨盤テコ比」の値が変わる。幾つかのモデルでFPDを変えて「骨盤テコ比」を測ってみた。多数回撮影している場合は日が変わっているので，各撮影時の肢位（主に股関節における大腿骨の回旋状態の差による）によりテコ比の値にバラツキがみられるが，一般にはFPDの増加につれ「骨盤テコ比」も増大する傾向にあるといえそうである。遠距離撮影になる程真の値に近いといえるが，関節力解析用の撮影はFPD4Mで行っているので，本来の値より少し小さいと云える。

実際の測定原理は図11のようで，その配置を図12に示す。今回はロードセルの変化を，記録したデータで，重心を移動させる操作なしで，みかけの重心線と撮影時の重心線は，一致しているものとして，計算した。

以上のような方法で60×178（又は200cm）のフィルムに撮影し，関節力の解析を行った40例の測定結果を図13に示す（単に股関節力を測るのみならず，骨盤～大腿上部と，大腿下部1/3～膝が重心線と共に撮影されていればよく，大四切1，六切1のフィルムでことたりる。片脚起立で，反対側に何もたない場合を，片0，遊脚側に体重の20%の重錘を持った場合を，片20，40%の重錘を持った場合を，片40とする。実験初期には重錘10.5kgと一定であったので，モデルにより，体重の16～24%に相当するものもあるが，これらも一応片20として処理した。 $\Delta R = \text{「股関節テコ比」} - \text{「骨盤テコ比」}$ とする。片0で， $\Delta R$ のバラツキが大きいのが目立つ。通常， $\Delta R$ は正であるが外傷や手術後日が浅く，下肢の機能障害がある場合は片0で $\Delta R < 0$ の場合が多く，機能の回復につれ $\Delta R$ も正常化している。 $\Delta x$ が12～15mm程度であるから，片0の $\Delta R$ は0.2あたりに多く集まっているが，なかには極めて大きいものがある。「骨盤テコ比」の $L_a$ が異常に小さい場合を除くと，下肢の機能が極めてよい場合といえようが，臨床的・生理学的意味はまだ断定し兼ねる。「股関節外転筋力」，股関節力を体重との比較で示す。「骨盤テコ比」は性差が明らかであるが，「股関節外転筋力」，股関節力の分布をみると，荷重条件が大きく

なるにつれ性差が不明瞭化している。換言すれば、小さな荷重条件のうち、  
「骨盤テコ比」がきいているが、荷重条件がきびしくなるにつれ「骨盤テコ比」  
の影響がうすれる傾向を示すといえよう。

図6の計算式から、立脚肢の体重に対する重量比と「股関節テコ比」がわか  
れば、体重に対する「股関節外転筋力」と便宜的股関節力を容易に計算出来る。  
下肢の体重に対する重量比を1.8多としたときのノモグラムを図14に示すが、  
すでに図7に示すように、便宜的外転筋力（「股関節外転筋力」）より真の外  
転筋力は2割程度は大きいものとするのがより実際に近いであらう。

表1 FPDと「骨盤テコ比」の関係

		左					右				
FPD m		1.2	3	4	6.3	10	1.2	3	4	6.3	10
♂	Ka Syo		1.55	1.49		1.70		1.71	1.55		1.62
	O Ta		1.47			1.49		1.49	1.57		1.52
	Su Hi	1.28	1.34	1.37	1.33	1.37	1.27	1.37	1.44	1.31	1.36
	Ta O		1.75			1.56		1.85			1.54
♀	A Ka			1.70	1.81	1.73			1.60	1.77	1.75
	Hi Ti		1.82			1.85		1.80			1.81
	Wa Hi		1.47			1.57		1.47			1.53

SOBIM NEWS NO.51 訂正

P.10 上から13行 膝関節上縁 → 膝蓋骨上縁

P.11 図3.下から3行  $dx \cdot dWry \rightarrow \int x \cdot dWry$

P.14 図6.



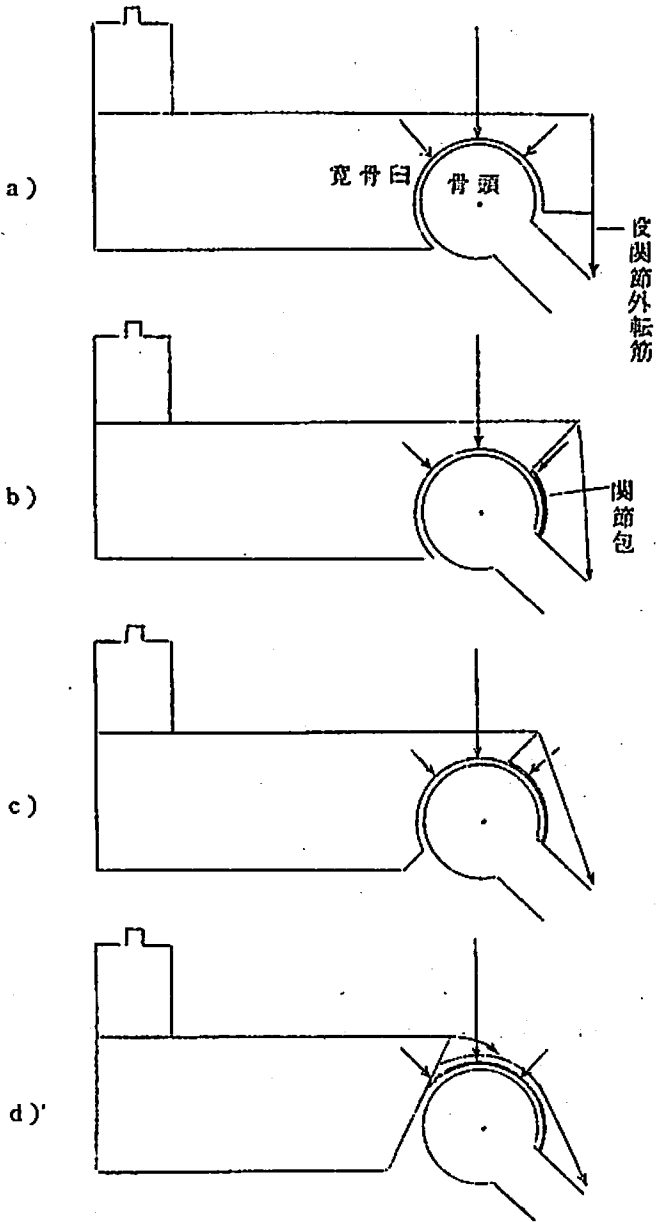
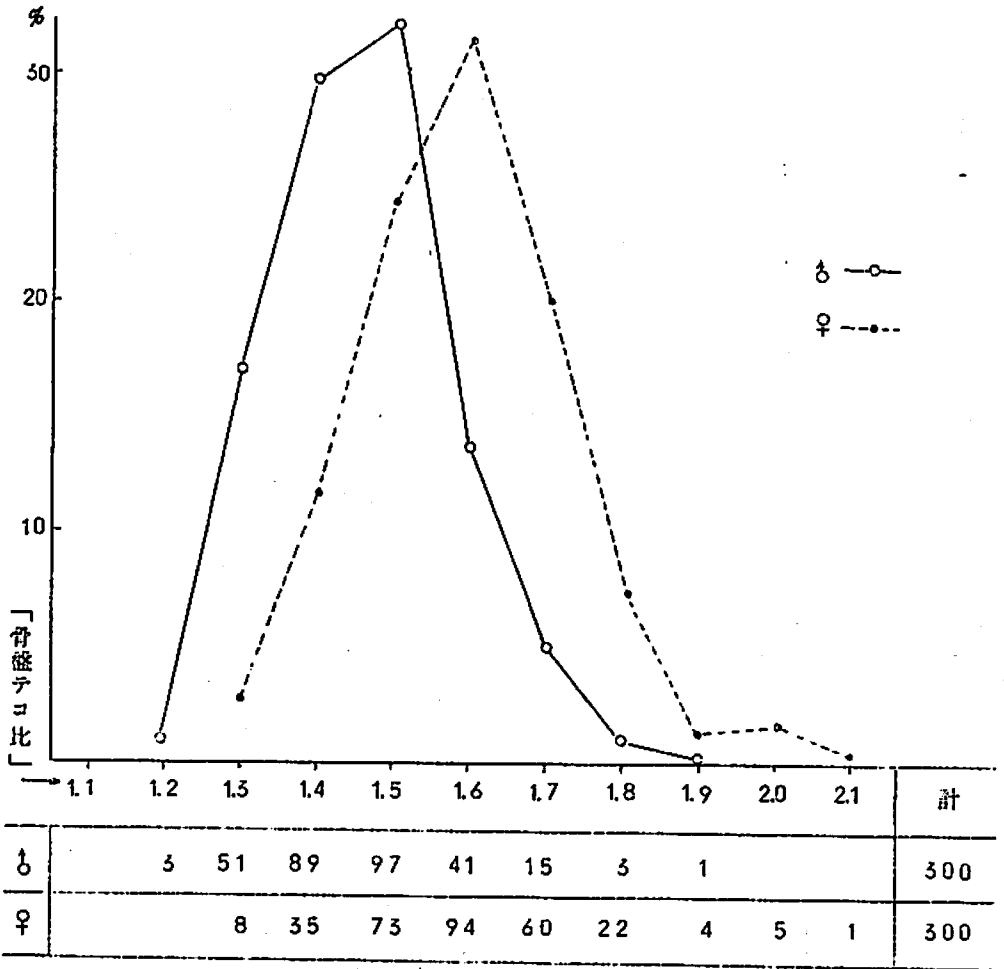


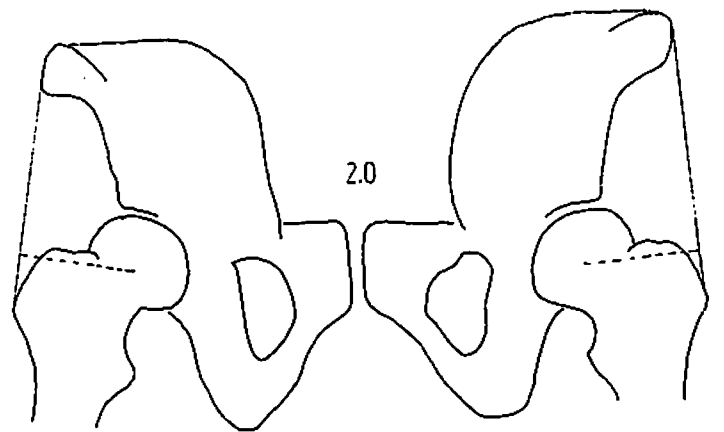
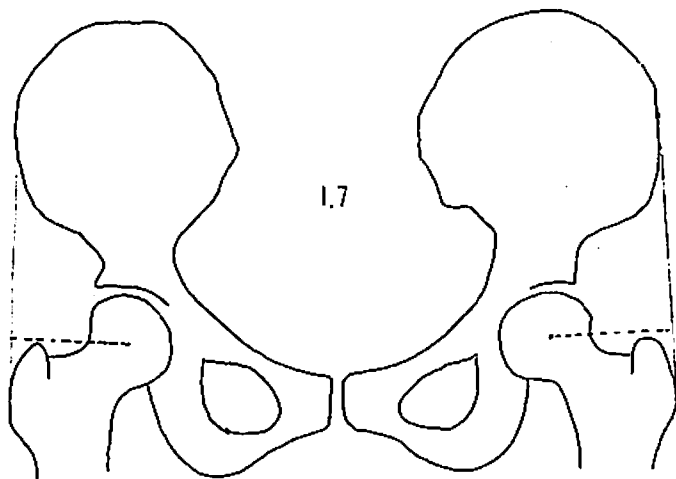
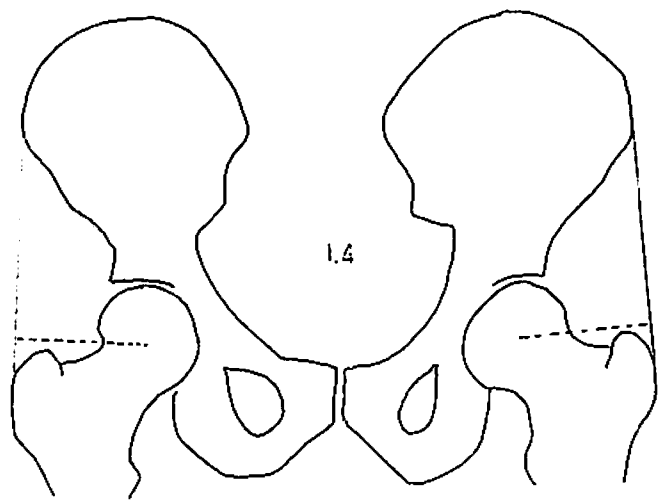
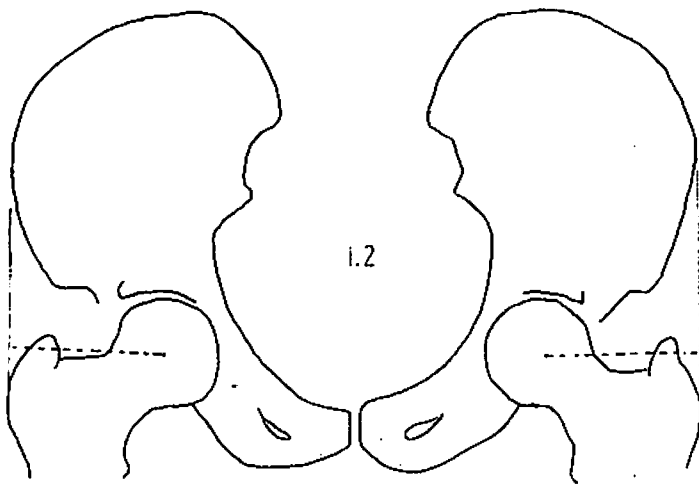
図8. 股関節の状態と支点位置の関係



フィルム～焦点間距離3mで腰痛患者の腰椎～投関節を同時撮影したレ線フィルムで測定(左右のLa差が1割以上のものを除外す)

図9 「骨盤テコ比」の分布状態





フィルム 焦点距離 3 及び 4 m 撮影

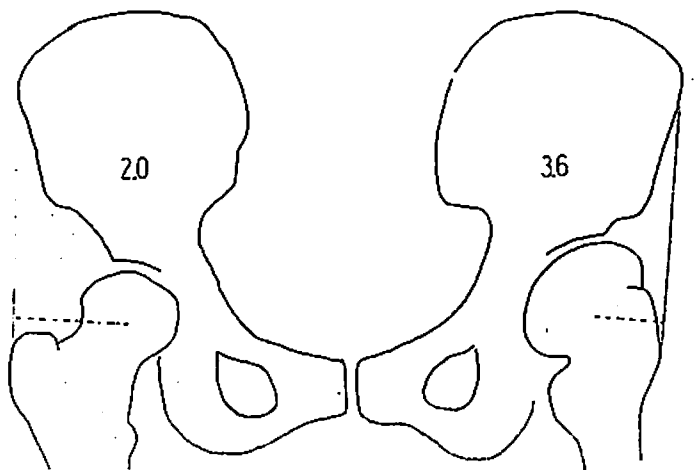
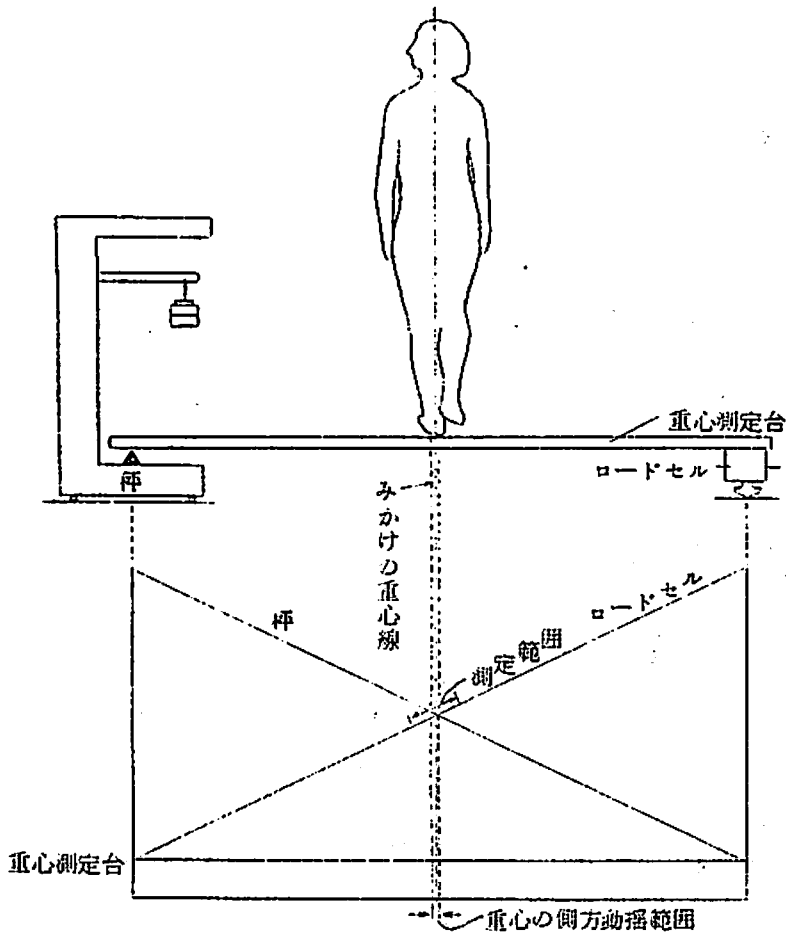
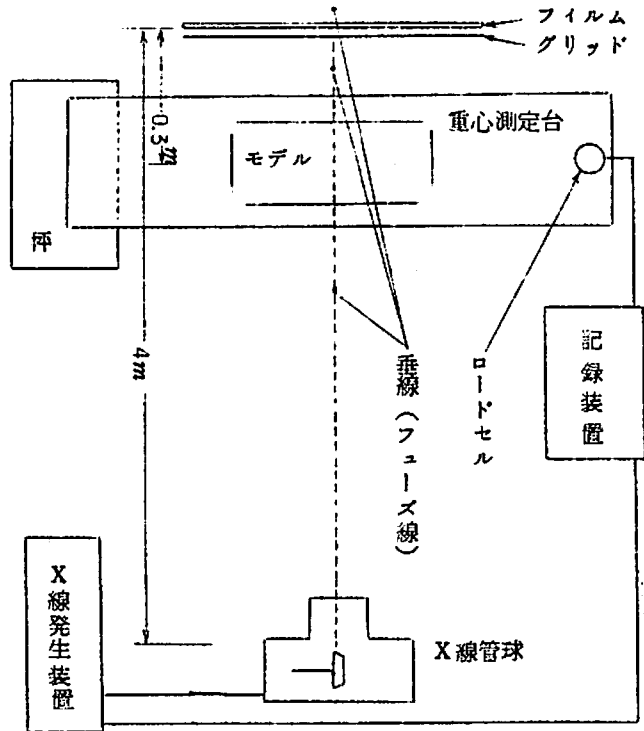


図10 「骨盤テコ比」の種々相



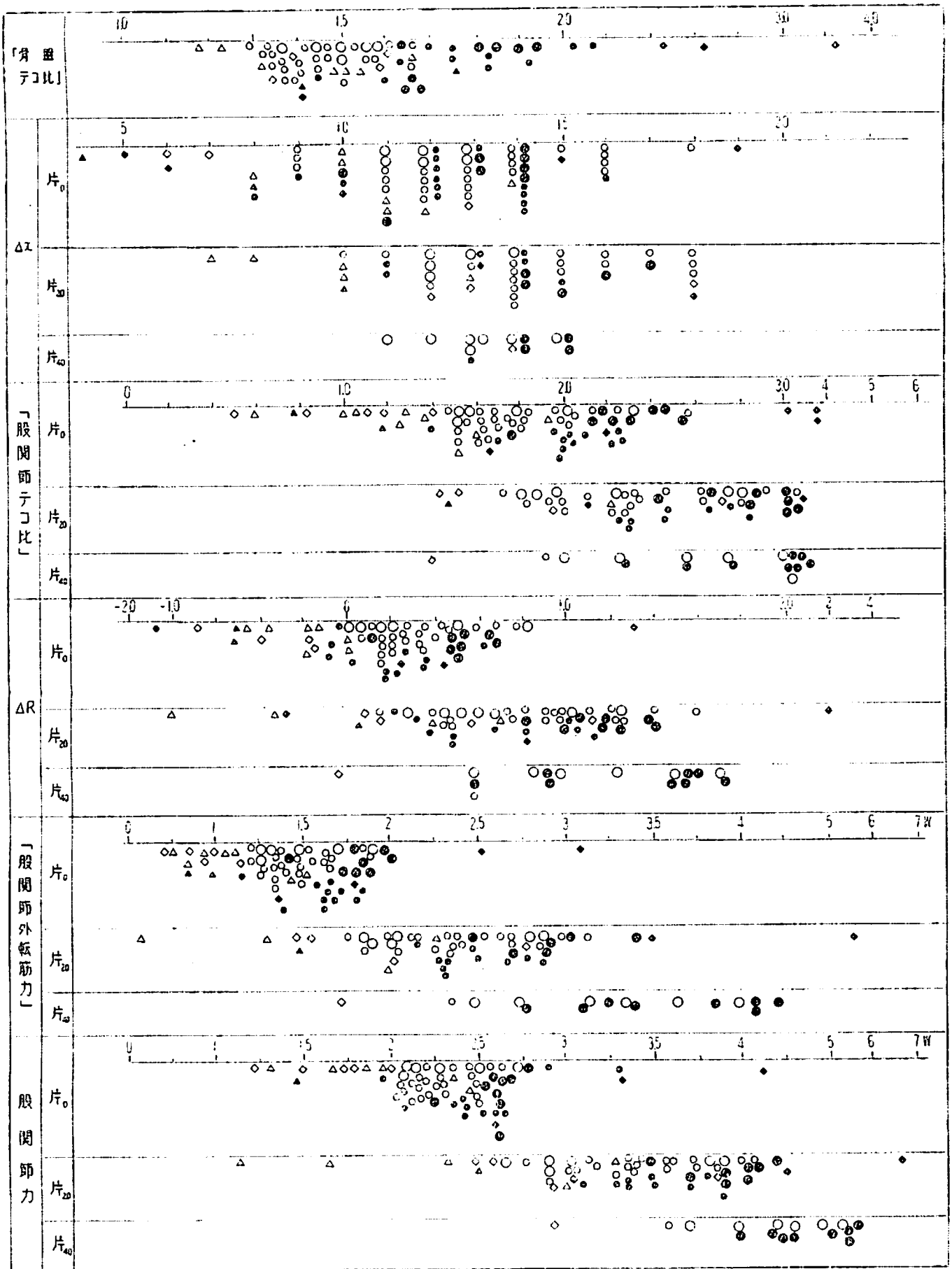
秤は鈍感なので大略の重心位置を決めるのに便利でありロードセルは鋭敏で僅かの重心位置変化に鋭く変化するので誤差（みかけの重心線からの偏り）を測るのに適している。

図 1.1 重心測定台上の重心位置と支点反力の関係



2本の垂線が重なるようにX線管球を設置し、この線上にモデルの重心があるとき撮影する。測定台上2垂線を結ぶ線上にモデルと同じ重量の荷重をかけ、秤を固定し、ロードセルで記録(基線を描く)する。モデルを測定台にのせ秤の桿がうくような位置に立たせ、短時間(0.03~0.15)X線撮影をする。そのとき基線からのズレを測り、フューズ線によるみかけの重心線から実際の重心線を補正する。フィルム近くの垂線をフィルムの後方(図の上方)に配置するとモデルをフィルムに近づけることが出来、拡大率が小さくなる。

図12. 全身X線撮影装置の配置



○ ○ } 両片<sub>0</sub>, 片<sub>20</sub>, 片<sub>40</sub>  
 ♀ ● } (フル) - ス  
 △ △ 外傷又は手術後の日数少く下肢の機能障害不な場合  
 ◇ ◇ 上記の機能障害又は損傷を有する下肢の機能障害不な場合

図 1.3. 「背盤テコ比」, Δx, 「股関節テコ比」, ΔR, 「股関節外転筋力」, 股関節力の分布状態

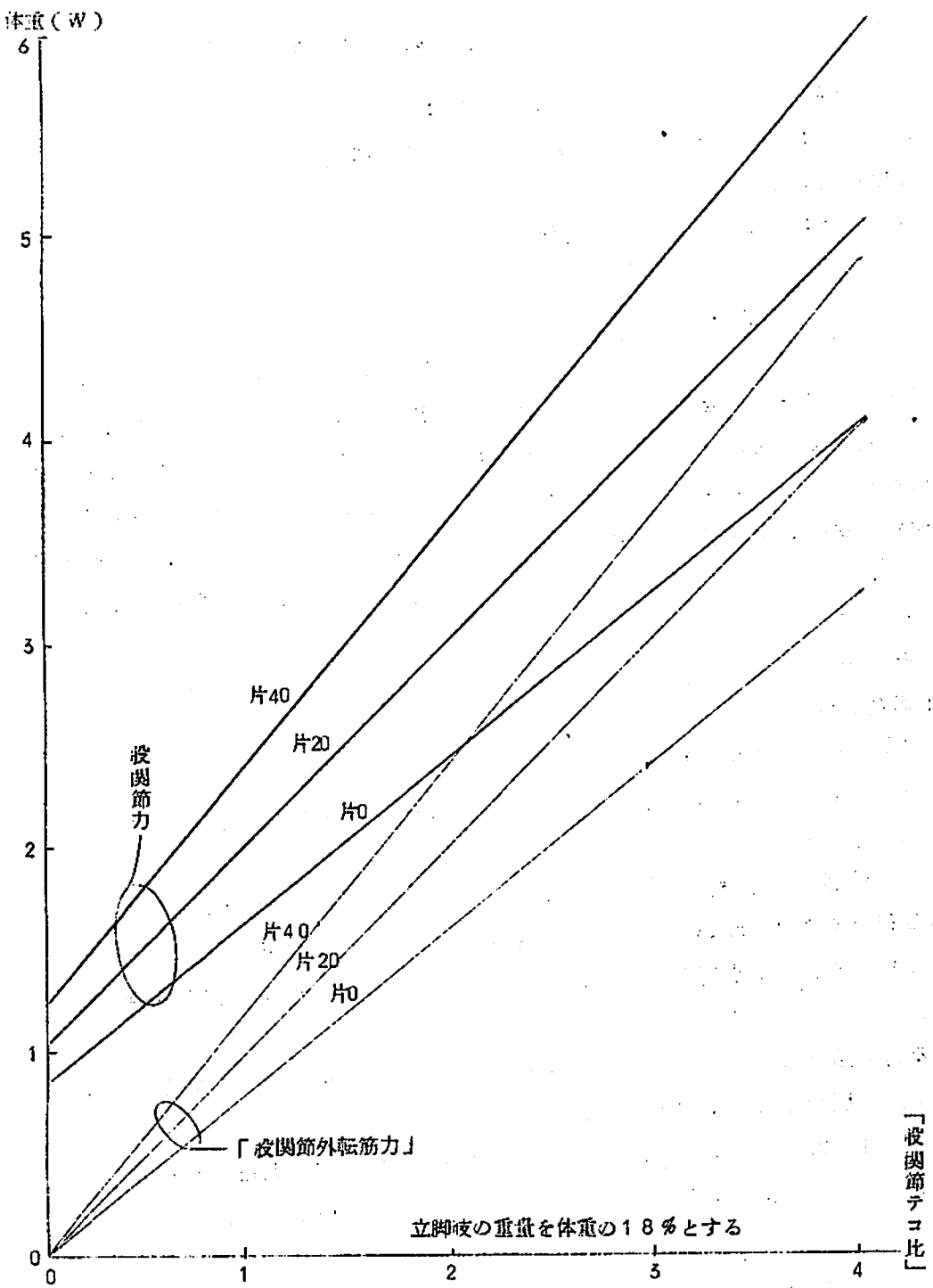


図14 「股関節テコ比」と「股関節外転筋力」，股関節力の関係

## 9 月 例 会 の 記 録

日 時： 9 月 27 日 ( 金 ) 14:15~17:00

場 所： 早稲田大学埋工学部 5 1 号館 2 階会議室

参加者数： 26 名

司 会： 尾崎省太郎 (機技研)

### 話 題 1. 歩 行 の 成 長 に よ る 変 化

高 浜 晶 彦 ( 神 奈 川 綜 合 リ ハ セ ン タ ー )

歩行パターンが成長により、どのような変化がみられるかを知るために、歩行開始前後の幼児を用いて、その歩行開始時の筋活動の変化および、成人の歩行パターンとの相違について検討した。利用した筋肉は、軀幹および下肢では脊柱直立筋、大殿筋上部、大腿二頭筋、大腿直筋、腓腹筋内側頭、前脛骨筋並びに、歩行時の両上肢の協調運動との関連性を知るために、三角筋鎖骨部および棘部の筋活動を表面筋電図を用いて測定した。

#### 結 果

(1) 処女歩行を開始した時期では

- 1) stance phase において、多くの筋の著明な放電を認める。
- 2) 前脛骨筋と腓腹筋、外側広筋と大腿二頭筋の働筋と拮抗筋にそれぞれ同時に放電をみる。
- 3) 前脛骨筋と脊柱直立筋には、swing phase, stance phase のいずれの歩行サイクルにおいても、つねに持続的に放電をみとめる。
- 4) すなわち、歩行開始時には、すべてのエネルギーは、立位を保持するために用いられている。

(2) 歩行開始時より 2 週経過し、5 ~ 10 歩の歩行が可能となった時期では、

- 1) 前脛骨筋では、立脚時の放電が減少してくる。
- 2) 外側広筋では、遊脚期の後半より立脚期の全過程に放電をみる。
- 3) 大腿二頭筋は、遊脚期の終り頃より、立脚期を通り、遊脚期の初期まで

放電をみる。

4) 脊柱直立筋では，立脚期の中頃の放電が減少する。

5) すなわち，5～10歩程度の連続歩行しか出来ない時期では，前後の動揺性は安定化の傾向をみるが，側方移動を防ぐために，大きな筋活動を必要としていると考えられる。

(3)歩行開始より4週経過し，約50歩程度の連続歩行が，できるようになった時期

1) 前脛骨筋の立脚期の持続放電が消失する

2) 腓腹筋では，遊脚期の後半にかなりの量の放電をみる。

3) 前脛骨筋と腓腹筋には，いまだに同時放電をみる。

4) すなわち，接地時の不安定さを，とり除こうとする努力がみられる。

(4)連続歩行が可能となった時期

1) 前脛骨と腓腹筋は，相反的な放電を示すようになる。

2) 外側広筋，大腿二頭筋の遊脚期にみられる放電が減少する。

3) すなわち，下肢の交互運動の形式が，ようやく歩行開始50日頃に，ほぼ確立するようになる。

(5)2才の後半

1) 前脛骨筋では遊脚期の始めから立脚期の始めに放電が集中する。

2) 外側広筋では着地の前後にburstを示す。

3) 脊柱直立筋では，遊脚期の中頃の放電が減少し，burstが分離した形をとる。

(6)2才の終り頃

1) 腓腹筋は，立脚期前半の放電が消失し，立脚期後半に放電をみる。

2) 大腿二頭筋，大殿筋では立脚期の初期以後の放電が減少し，前地前後に放電が集中する。

3) 脊柱直立筋では，着地前後と立脚期の終り頃にburstを示す。

4) すなわち，接地時の減速，離床時の加速のパターンが明瞭となる。

(7)3才以後

- 1) 大腿直筋では、遊脚期の放電が著るしく減少する。
- 2) すなわち、加速にあまりエネルギーを必要としなくなってきた。

結 論

1. 連続歩行が不可能な時でも、バランスがとれた支持歩行では、前脛骨筋と腓腹筋には、すでに相反的な運動をみる。
2. 処女歩行開始時では、足関節を内反固定し膝関節は屈曲位を保持し、股関節をやゝ屈曲させ、体前傾位をとる。遊脚期では、体前傾に加えて大腿を挙上して前進する。
3. 歩行開始10日目頃には、立脚期の前脛骨筋の持続放電の減少がみられ、足関節の余分な固定の必要がなくなる。
4. 歩行開始50日目頃からは定まった歩行となり前脛骨筋と腓腹筋は、相反的なパターンを示す。
5. 2才の後半に入ると、膝の余分な固定が解除されはじめる。
6. 2才の終り頃になると、手の振り、けり出しの動作がみられ始め、体前傾による歩行のパターンが少なくなり、成人歩行へと変化する。
7. 7才で、成人の歩行形式が完成する。

話 題 2.

欧米における組立の自動化

剣持 惣一郎 (石川島播磨重工業(株))

去る5月に約1ヶ月間米国及び欧州の自動組立装置を見る機会を得た。前半の20日間は、山梨大学牧野先生が会長をされている自動組立懇話会の第一回海外技術視察団の一員として、新興技術研究所の熊谷氏の引率の下に、米国フィラデルフィアでのSMEショーを見学の後、自動組立関連会社11社を見学した。欧州では三井物産の紹介で西独のBoshの傍系自動組立機メーカーを、又山本機械通商の紹介で同じく西独のOKU社、三井精機の紹介でフランスのRENAULT公団のクレオン工場を見学し、更に英国でAylesbury Automation社及び山梨大牧野先生の紹介によりNottingham大学のHeginbotham



教授の研究室を見学した。この他に、直接自動組立には関係ないが、現在通産省のプロジェクトである「大深度遠隔操作海底石油掘削装置の管理システムの一部」として、リモートマニピュレータを開発中なので、その参考のために、早大加藤一郎先生の紹介により西独の Kleinwächter 研究所を訪ね、リモートマニピュレータの Syntelmann を見学した。

以上の盛り沢山の内容を1ヶ月の駆足旅行で見た上に、筆者自身自動組立の専門家ではなく、又見学先も部分的なので確かなことは言えないが、筆者の感じでは、カム、リンク、歯車等中心の機構学中心的な自動組立装置はもうこれ以上進歩する余地はないのではなからうか。勿論新しい対象物に対する新しい機構の工夫、規模的な拡大はあるだろうが、何れにしても、月産数万個以上の生産量がないとコスト的にペイしない技術で成立していることには違いはない。何かこの現在の自動組立の枠を破る途はないものかと思うが、一つの試みとして、山梨大の牧野先生及び Nottingham 大の Heginbotham 教授 夫々発表されている NC 技術の自動組立への応用がある。単に NC 的手法の応用に関しては、S.M.E ショーで1件米国のメーカーで1件、ペークライト基板へのスルーホールピンの打込み、プリント基板への IC モジュールの赤外線半田付け等におけるテーブルの位置決めが見られたが、何れも複雑な組立作業にはほど遠く、自動組立装置の数値制御には、適切なアクチュエータ及び制御用計算機のソフトウェアの開発を始め、今後に残された問題は多く、中でも各種のセンサの開発は最も重要な課題のようである。視覚、触覚、臭覚等の活用という点でバイオメカニズムに期待するところは大きいのではなからうか。

#### 第49回の司会をして

尾崎省太郎

#### 話題1.

はえば立て、立てば歩めの親心、といわれているが、人間の成長プロセスは興味深い。しかし、残念なことに、その成長プロセスを定量的なデータをもとに記述することは困難である。

歩行という観点をもとに、筋電というデータで示された高浜氏の発表は興味深くお聞きした。それも、自分の子供を実験台とした所に苦心の跡がある。なまじ、人間的な現象を追求するわれわれにとって、実験というのは大変であると、あらためて考えさせられた。

立つということ、それは人間にとって偉大な行動といえる。そのために使っている筋肉が多いと、筋電は忠実に示している。そして、この立つことを身体で知ると、次いで歩くというプロセスに移行する。成人と同じシステム化された形になるのは7才であるという。

骨は筋肉によって動かされるのは当然である。そして、立つというバランス取りは、それらの協同作業ということになるのであろう。しかし、お話によると、機械的といおうか、機構的にバランスの取り易い形に人間自体が変化していくという。

筋電が計測されるということは、筋肉が動いて、エネルギーを消費しているのと同様なことであろう。それなのに、成人になるにつれて、歩行時の筋電の発生率（歩行1サイクル中での休止の時間）が少なくなる。このことは、筋肉という消費をしないうで、あるプロセスを行なうようになることを意味しているのではなからうか。

現在、省エネルギー（システムや機械）ということがよくいわれる。この歩行の話を知っていて、成人という人間はこの省エネルギーを行なっているものだと感じてしまった。

自分の子供をベースに、少ない例としても、実データをもとにの考察は大変なことであったと思ひ。次のお子さんでもトライをされるという。その結果を期待したい。

## 話題2.

組立作業は人間による作業の典型としてあった。そして現在もあるといえる。人間がということは、人間のもつ多機能性、高自由度がその支えになっている。したがって、組立作業自体の体系的分析が非常に遅れている。

人間による行動が解析されると、人間が行っていた時とは異なった形にし

でも、その機械化は可能になる。その場合、全体システムとして低機能のものをまとめてしまうか、（これはマスマイクロプロダクションでみられる自動組立の方向である。）、それとも、ユニット化されたものを組織化するか（マスマイクロプロダクションでない行き方）の二つの方法が両極としてある。

多機能を要求されるときには、後者のユニット化が大きな問題となる。万能でない機械では、その個々のもつ機能の総合化で、システムとして多機能性を発揮することになる。この組立という基本機能に立脚した体系化と、そのハードウェア化がいずれにおいても指向されているといえよう。

コントロールの多機能化として、よく数値制御があげられる。しかし、現在は実験室オーダであり、生産現場にまで導入されていない。人間的なやわらかさを要求するには、補助的な手段の開発が必要とされるのであろう。ここで特に問題とされるのは、パターン認識ということになる。

メカニカルな手法による組立装置は、これまでほぼ開発されたと考えられる。このままでは限界があり、何らかの手段の新規性を追加しないと、特に非マスマイクロプロダクションにおける組立の自動化は進歩しないであろう。この意見には同感である。

#### 図書ニュース

#### 第3回バイオメカニズムシンポジウム論文集“バイオメカニズム2.”

この論文集には第2回のサマリとパネルディスカッション、および第3回シンポジウムにおける討論なども収録されております。貴重な参考文献として御手許に備えられることをおすすめします。特価でおわけしておりますので注文書を当会宛代金をそえてお送り下さい。周辺の方々にもおすすめ下さい。

バイオメカニズム1. 特価 4,500円 定価 4,800円 (送料当会負担)

バイオメカニズム2. " 5,500円 " 6,000円 "

なお第2回バイオメカニズムシンポジウム論文集(312頁)が2部残っています。実費3,000円(送料当会負担)にてお分けします。これは上記1,2の中間に位置するものです。代金をそえてお申込み下さい。

今月の入会者

番号	氏名	勤務先	連絡先	住所	卒業校次
524	塚田 幸男	神奈川大	住所	〒251 藤沢市辻堂西海岸 2/1/735 TEL 0466-35-2455	神奈川大 工・49 年卒
525	細野 喜美子	埼玉県立厚生 専門学院	住所	〒187 小平市小川町 2-1975 古市荘 TEL 0423-43-7451	上智大 神学47 年卒
526	塚田 定補	芝浦製作所	〒247 横浜市戸塚区笠間 1000 TEL 045-892-2151	〒253 茅ヶ崎市東海岸北 4-13-18 TEL 0467-82-4853	早大・理 工25年 卒
527	浅田 春比呂	京大付属オー トメーション 研究施設	〒611 宇治市五ヶ庄 TEL 0774-32-5111 内663	〒572 寝屋川市成田東ヶ丘 16-1 TEL 0720-32-1466	京大 50年卒 見込
528	大原 雄一	第二精工舎	〒275 習志野市屋敷 4-3-1 TEL 0474-75-3111	〒135 江戸川区西小岩 4-5-4 TEL 673-8995	早大・理 工45年 卒
529	八嶋 清	八嶋清技術士 事務所	住所	〒184 小金井市本町 4-8-539 TEL 0423-82-8823	早大・理 工31年 卒
530	永沼 雄	富士フィルム	〒 富士宮市大中里 200 TEL 05442-7-1211	〒 富士宮市大中里 1414 しらお寮 321号 TEL 65442-6-2101	早大・理 工46年 卒
531	八賀 明	鉄道技術研究 所	〒185 国分寺市光町 2-8-38 TEL 0425-72-2151 内284	〒182 調布市深大寺850 TEL 0424-82-1691	東大・工 41年卒
532	藤川 昭雄	機械技研	〒167 杉並区井草 4-12-1 TEL 399-1181	〒189 東村山市富士見町 3-4-16 TEL 0423-94-8906	早大・理 工34年 卒

番号	氏名	勤務先	連絡先	住所	卒業校 年次
533	前田 浩司	機械技研	〒167 杉並区井草 4-12-1 TEL399-1181	〒189 東村山市富士見町 5-12-4 TEL0423-94-1432	工学院大 工・39 年卒
534	阿部 稔	機械技研	〒167 杉並区井草 4-12-1 TEL399-1181	〒189 東村山市富士見町 5-4-5 TEL0423-91-8611	横浜国大 工・30 年卒
535	岡部 義雄	電元社製作所	住所	〒 日野市東平山 2-24-6 TEL0425-81-2934	多賀工専 学校24 年卒
536	新宮 博康	愛知工業大	〒470 豊田市八草町1248 TEL056-48-8121	〒465 名古屋市千種猪高町 高針大廻間4-30 西一社第二102-1015 TEL052-703-0400	名古屋工 業大45 年卒
537	桑原 哲郎	武蔵工業大	住所	〒213 川崎市高津区宮崎 1531-2 鷺宮ドエル806 TEL044-866-7677	武蔵工大 工・16 年卒
538	長田 和雄	三和エレクト ロニクス	住所	〒143 大田区山王 2-7-13-401 TEL775-0515	慶大 33年卒
539	三橋 寛治	川崎重工業	〒673 明石市川崎町1-1 TEL078-923-1313	〒655 神戸市垂水区塩屋町字 獅掛827-35 TEL078-751-6098	姫路工業 大工・ 36年卒
540	渡辺 理	共和電業	〒182 調布市調布ヶ丘 3-5-1 TEL0424-87-2111	〒153 目黒区上目黒 1-6-10 TEL461-1239	北大・工 15年卒
541	飯田 詢	東芝精機	〒243 海老名市柏ヶ谷 1410 TEL0462-31-8111	〒 茅ヶ崎市東海岸南 6-6-43 TEL0467-38-2885	早大・理 工32年 卒
542	高橋 琢二	オリエンタル モーター	〒277 柏しこ丸1400 TEL0471-67-2161	〒273 船橋市宮本1-1-10 TEL0474-22-8672	早大・理 工20年 卒

番号	氏名	勤務先	連絡先	住所	卒業校次
543	松下 繁	旭硝子	〒230 横浜市鶴見区末広町 1-1 TEL045-521-2121	〒230 横浜市鶴見区東寺尾東 台2-27 TEL045-582-3280	早大・ 44年卒
544	吉村 孝一	松下通信工業	〒223 横浜市港北区綱島東 4-5-1 TEL045-531-1231	〒 横浜市緑区十日市場 1224 TEL045-981-9653	工業高等 学校29 年卒
545	藤野 義一	安川電気製作所	〒806 北九州市八幡西区 藤田2346 TEL093-641-3111	〒811-31 粕谷郡古賀町大字久保 五楽901-110 TEL09294-2-6650	九州大工 23年卒
546	今永 浩二郎	三菱金属	〒141 品川区西品川 1-27-20 TEL492-1311	〒 世田谷区松原 6-23-7 TEL328-0722	上智大理 工・44 年卒
547	横田 禪生	日建設計	〒112 文京区後楽1-4-27 TEL813-3361	〒180-04 市川市旭が丘 5-2-204 TEL0424-91-9711	鹿児島大 工・38 年卒
548	中井 英一	レンゴーパー ケーシングシ ステム物	〒 千代田区神田美土代 町1 住友商事美土 代ビル TEL292-0211	〒170 豊島区上池袋 1-34-9 TEL917-3546	東大・工 25年卒

◎ 訂正

SOBIM NEWS 1651

今月の入会者

523 平島 茂 → 手島 茂

1974	バイオメカニズム学会	発行: バイオメカニズム学会
12.1	月報	事務局: 東京都新宿区西大久保4-170
№53	SOBIM NEWS	早大理工学部58号館214号室
		加藤研究室(郵便番号160)
		電話 209-3211 内線228

## 第52回ソビーム例会のお知らせ

下記により第52回ソビーム例会を開催します。おさそい合せの上御参加下さい。

日 時: 12月13日(金) 14:00~17:00

場 所: 早稲田大学理工学部51号館2階会議室

話 題: (1)手と足のキネシオロジー 浅見高明(東教大)  
(2)電動車いすの試作およびテスト 木村哲彦(国立身障センター)

司 会: 市川 列(都補装具研)

参加費: 会 員 300円

学生会員 無 料

非 会 員 1,000円

---

次回は1月24日(金)の予定です。

## 学会だより

## ISPO 1974 年度国際会議に参加して

東京都補装具研究所 加倉井 周一

ISPO (International Society for Prosthetics and Orthotics), Interbor (International Association of Orthotists and Prosthetists), および APO (Swiss Association for Prosthetics and Orthotics) 三機関が主催する国際会議が10月8-12日にスイスのレマン湖畔にあるモントルーで開催され、約千人近い参加者があり盛況であった。日本からも都老人病院の荻島先生を団長とする視察団をはじめ個人参加を加えると約三十数名の出席者があり、5題の演題が発表された。

会議のテーマは四肢切断手技、先天奇形欠損、義肢装具の新しい考案、弛緩性麻痺、脳性麻痺、脳血管障害による片麻痺および脊髄損傷、脊椎障害、足部および矯正靴、義肢装具士の教育、リハビリテーション工学、切断者および麻痺患者の訓練等義肢装具の対象となる医学的問題、製作技術、研究開発などは幅広いものであり、のべ百数十題にわたる演題が発表された。限られた時間内にこれらの演題を消化する為に分科会形式がとられたがその数が多過ぎたため、聴きたい話が充分聴けなかったことは残念であった。以下限られた紙面の中から印象に残ったものを記してみよう。

## § 切断術および検査法

周知のように欧米諸国では四肢切断原因の最も大きなものは末梢血行障害によるものであるが、切断部位決定および予後を知るための諸検査法(放射性同位元素によるクリアランス、ドップラー効果、末梢オシロメトリ等)とともにルーチンな方法ではあるが下肢血圧測定の重要性が指適された。イギリス Roehampton の Readhead は術後の創処置に Controlled Environment Treatment (断端にヴィニール袋をかぶせ、内部の圧力を調整することにより、不快な合併症である浮腫のコントロールを行うもの)を発表した。この装



置をつけたまゝ患者の理学療法が出来るところに特徴をもっている。

### § 切断者に対する新しい治療法

西ドイツ、ハイデルベルクの Marquardt は上腕切断者の標準～長断端に対して末端部 (3cm) で  $70^{\circ}$ – $90^{\circ}$  の角度をつける Angulation osteotomy を発表した。本法の利点として特に両側上腕切断者の場合義手や device をつけなくても断端が口に届くこと (ADL の自立で飛躍的な向上), および能動義手は通常のような肘継手が不要で。肘離断と同じになり (outside locking hinge 使用), 8 字型ハーネスを用いて肩よりも高い位置で手先具の開閉が出来る (通常の肩峰までかかるソケットを用いず上腕部はカフおよび支柱で支えられるため) 等の利点があることを強調した。本法の適応は軟部組織の状態がよいものに限定されるが, 我々も追試の機会を持ちたいと考えている。

### § Biostereometrics

アメリカ Houston の Herron は生体の空間および空間時間系における形態および機能測定を行う方法を発表した。プロジェクタを用いた 2 台の立体カメラで生体を撮影, データをコンピュータを用いて解析し, プロッタ等のディスプレイに連結, volume distribution をはかるものである。本法の補装具への応用として断端形状とソケットとの対比等が示された。但し生体の測定には組織分布が複雑なため, 現在屍体を用いて各セグメントの重心測定を行っているそうである。

### § 動力義手

今回は新しい義手の発表は少く, 僅かにアメリカの Utah artificial arm (上腕切断用電動義手, 鎖骨の動きおよび筋電制御, ポテンショメータを用いた肘および回転機構, T.D はドーランスフックを改良。なお評価基準として CPRD の案と対比させている) が発表されたにとどまっていた。オット・ボック社の筋電義手 Myobock のバッテリーをこれまでの 12volt から 6volt に変更しただけで他の機能は変らないものが展示されていた。私の印象では動力義手の研究開発はヨーロッパでは反省期にあるように見受けられた。

### § リハビリテーション工学

中心テーマは頸髄損傷による四肢麻痺患者の機能改善および褥創予防法に示されたようである。アメリカ U.C. Berkeley の Cunningham は坐席がオートマチック・フルクライニングでかつ上下する電動車椅子を発表した。また加倉井も東京都補装具研究所で開発された電動車椅子について報告した。

知覚麻痺に伴う褥創予防は大きなテーマの一つであるが、アメリカ Rancho Los Amigos Hosp. で開発された Floating Bed (Metafluidic Unresisting Displacement Bed; BaSo., bentonite と水からなる比重 2.0 のベットに患者を寝せれば、体表面にかかる圧は 25mmHg となり、褥創の発生条件となる 30-40mmHg…この時点で組織の毛細血管がつぶれてしまう…よりも低い値を保つことが可能となる) について Reswick が、また Scotland の Stewart が同じような目的で Sand Bed について発表した。

また先天性骨関節系統疾患や二分脊椎、筋ジストロフィー等による側弯症はこれまでの治療法により必ずしも効果があがらないことが多いが、西ドイツの Kuhn や Baron 側弯症矯正の目的で Milwaukee Brace に gas を用いた伸展装置をとりつけ、1日3回15分づつ伸展させる装具を発表している。今后これらの問題は更にクローズアップされることが予想される。

その他にも紹介したいテーマは数多くあるが、紙面の関係でここまでとする。今後も身体障害者のリハビリテーションは、医学と工学の国際的な関係によりますます発展することが期待されるが、我国でもこのような研究成果がじかに障害者の手に届くような体勢を早急に確立する必要性をあらためて深く痛感した。なお次回は 1977 年 10 月にアメリカの San Francisco で開催される予定である。

#### 追記:

ISPO ……

義肢装具の製作技術、研究開発および教育についての国際的な団体で、義肢装具にたずさわるさまざまな職種、医師、セラピスト、製作技術者をはじめ、

エンジニア，心理学者，行政担当者が参加しており，会員には会報の送付をはじめ，さまざまな会議や集会等の案内があります。（1971年設立）

世界各国に支部があり，それぞれ独自の活動を行なっております。

日本支部は本年5月発足し，現在70数名の会員が参加しております。

本会についてのお問合わせおよび入会申込みは事務局（東京都補装具研究所内）へお願いします。

## 技術データ

## 全身のレ線撮影夜話 (6)

## 股関節力の評価 (其の三)

鈴木 裕 視 (鈴木整形外科)

前号で全身レ線写真による股関節力解析40例の一覧図を示したが、その中から正常・下肢機能低下及び恢復例・機能超正常 ( $\Delta R$ が通常より大きい) と考えられる3例の股関節用解析図の大略を示し、臨床との関係を簡単に述べたい。図中縦方向の細い直線は全体の重心線で、モデルを背側からみた場合に相当する。図15は正常例、上段は脊柱の彎曲程度の記録で第1胸椎椎体上縁中央と第1仙椎上縁中央間を5等分し、対応する脊柱の横断面中央と重心線との距離を脊柱と同じ縮尺で記録する。記号のLRは両脚立ち、Lは両脚立ち時の左骨頭中心、 $L_0$ は左脚立ちで右手にもものを持たぬ場合、 $L_{20}$ は右に体重の20%の重錘を、 $L_{40}$ は40%の重錘を持った場合を示す。Rについても同様の関係にある。荷重増加につれ脊柱の立脚側への傾斜が増大する。本例は右が利き足で、右脚立ちのとき、脊柱の傾斜が少ないのと関係あるかもしれぬ。中段の上は両側の骨頭中心と「股関節外転筋」の関係を表したもので、L、Rの記号のついているものは立脚の骨頭中心及び水平線への投影位置と「股外転筋」の位置、骨頭中心に対する「股外転筋」のモーメントのウデの長さを示す。LRの場合から「骨盤テコ比」が簡単に求められる。Mc LEISHとJ. CHARNLEYは重心と骨頭中心間距離とウデの長さ(彼等は真の股関節外転筋の位置を想定しているので、私の便宜的股外転筋より短い)の比を“Standard torque”と称しているが、便宜的Standard torqueも直ちに求めることができる。中段の下は立脚肢の重心位置と重心線間距離を示す。 $L_0, L_{20}, L_{40}$ は規則的に変移しているが、 $R_0$ は $R_{40}$ に接近しているので、右に大きく揺れたとき撮影したものであろう。両脚立ちのときに比べ、片脚立ちの骨頭は荷重量の増加につれ重心線から離れ、遊脚側の骨盤は沈下するのが原則である。下段と中段の両翼は

足関節と重心線の関係を示す。 $L_0, L_{20}, L_{40}$ と重心線は足関節の内側に移動している。 $R_0, R_{20}$ でもこの傾向にあるが、 $R_{40}$ は $R_{20}$ より外側を通っている(図では省略)。下肢機能低下の大きい場合、立脚足は外転位をとり、前後方向からみたとき、重心線は足関節の外を通ることが多い。機能障害のない同一人で、足関節部を通る重心位置が内方又は外方に漸次変移する場合の意義は未詳である。本例の「骨盤テコ比」は FPD4m で  $L=1.90, R=1.94$ , 「股外転筋力」(M) は体重に比べ  $L_0 \doteq 2.0, L_{20} \doteq 3.2, L_{40} \doteq 4.4, R_0 \doteq 2.0, R_{20} \doteq 3.4, R_{40} \doteq 4.2$ , 「股関節力」(J) は  $L_0 \doteq 2.8, L_{20} \doteq 4.2, L_{40} \doteq 5.6, R_0 \doteq 2.6, R_{20} \doteq 4.4, R_{40} \doteq 5.4$ 。

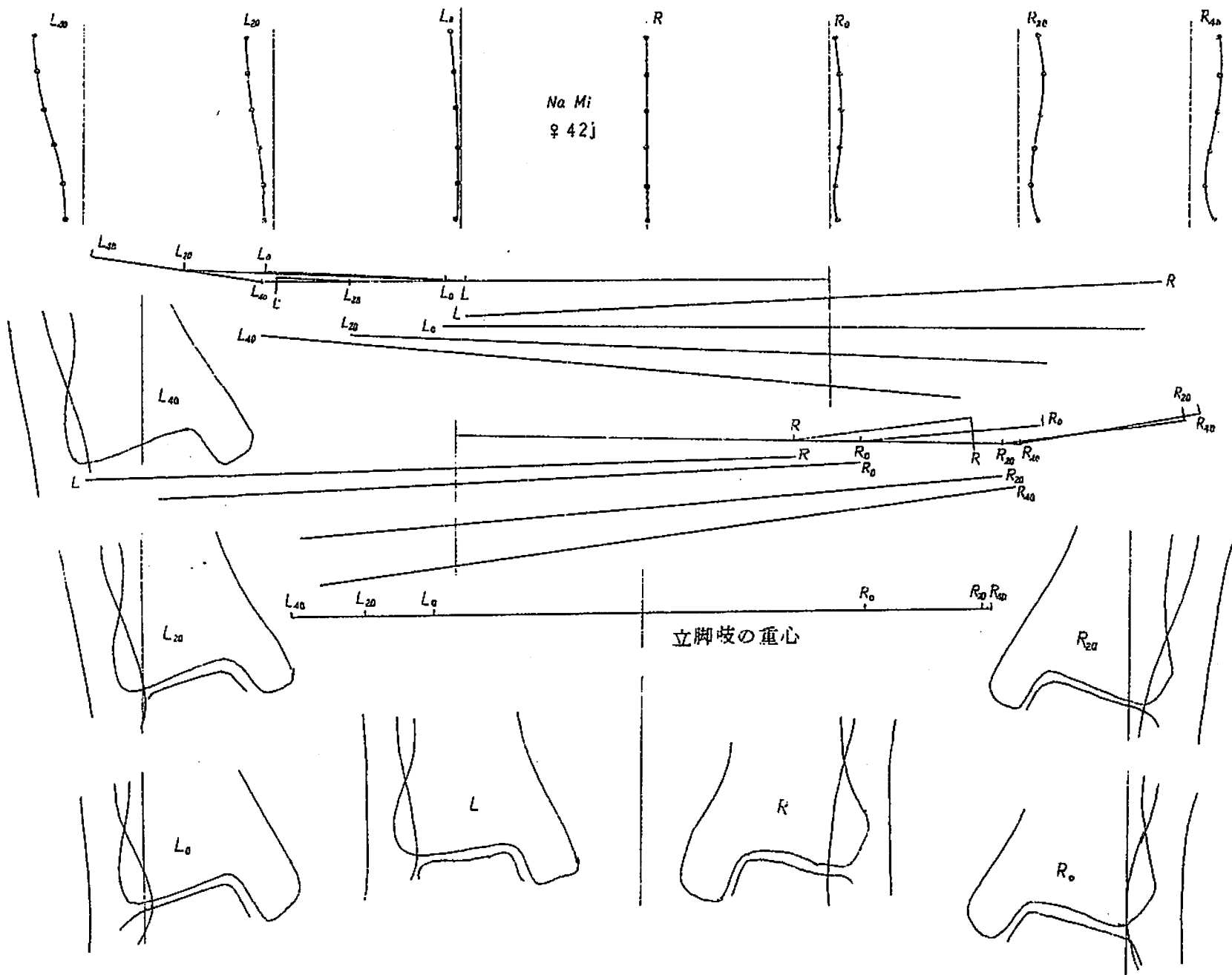
図16は交通事故で左恥骨々折, 左大腿骨頸部骨幹骨折, 左足関節開放性脱臼, 足背伸筋腱断裂という重度傷害例で, 術後杖なし歩行出来るようになった時期(前回配布した複合材料設計1巻1号グラビアの全身写真参照, ここでは正面からみたように配置してある)と, 更に11ヵ月後, 内副子を抜去するとき(II)を併せ示す。初の患側立ち( $L_0, L_{20}$ )では重心の動揺が著明で, 脊柱の傾斜も大きく, 姿勢は不自然である。 $L_0$ (杖)は $L_0$ の状態で健側に杖を持った場合で, 脊柱は殆んど真直で, 重心線との関係を除けば両脚立ちの場合に近い。重心線に対し骨頭は $L_0$ で $L$ より近づき,  $L_{20}$ では離れて $L$ の場合に近くなっているが, 荷重量の増加につれ骨頭が重心線に漸次近づく例もあり, 機能障害が一層高度と想われる。 $L_0$ では両骨頭中心を連ねた線が水平であるが,  $L_0$ (II)では遊脚側が著明に下降している。 $L_0$ (I)では「股外転筋」は十分な余力をもつが,  $L_0$ (II)では余力の乏しい状態と解される。「骨盤テコ比」 $L \doteq 1.41, R \doteq 1.63, M: L_0 \doteq 0.65, L_{20} \doteq 1.5, L_0$ (II)  $\doteq 1.4, R_0 \doteq 1.6, R_{20} \doteq 2.2, R_0$ (II)  $\doteq 1.8, J: L_0 \doteq 1.5, L_{20} \doteq 2.5, L_0$ (II)  $\doteq 2.2, R_0 \doteq 2.4, R_{20} \doteq 3.2, R_0$ (II)  $\doteq 2.6$ 。

図17は交通外傷による所謂ムチウチ症の患者で, 測定台上で重心の動揺が著るしい。脊柱の傾斜は少い。骨頭中心が $L_0$ は $L$ より重心線に近いが, 体の動揺で股関節が内方に揺れたとき撮影したものであらう。「骨盤テコ比」 $L \doteq 1.41 \doteq R, M: L_0 \doteq 1.6, L_{20} \doteq 2.9, R_0 \doteq 1.5, R_{20} \doteq 2.7, J: L_0 \doteq 2.5, L_{20} \doteq 3.9,$

$R_0 \approx 2.3$ ,  $R_{20} \approx 3.7$ 。

今までの話は、両脚立ちから片脚立ちとなっても骨盤は回旋しない。側方からみたとき、重心線は股関節内（殆んど支点付近）を通っているという条件のもとですすめてきたが、現実には設定条件を吟味する必要がある。図18は腰痛患者を主とした両脚立ち側方のX線図（撮影の都合から両上肢は軀幹の前壁に接しておく）で重心線が股関節内を通るものが多いが、股関節外を通るものも1/3程ある（重心の通る位置について、腰痛患者と非腰痛者との差異は未詳）。股関節外を通るもののうち前方は極めて稀であるが、脊柱を前屈している場合は前方が増える。股関節以下の部分は重心線より後方部分が多いから、両脚立ち時股関節に対する荷重線は重心線の前を通ることになる。両脚立ちから片脚立ちとなると、骨盤の回旋がおこる。腸骨巾が立側で狭くなるから立側股関節を中心として遊脚側が後方に回旋することになるのが普通であるが、努力すれば逆方向に回旋し、過矯正位をとり立脚側の腸骨巾が大きくなることもある。この関係を男の晒し骨盤でX線的に調べた結果を図19に示す。両側の腸骨最外点から両腸骨稜上縁に平行に測った腸骨巾の比（立脚側を分母とする）を「腸骨巾比」と仮称する。骨盤回旋の程度と「腸骨巾比」の関係を示す。生体のX線計測では腸骨巾測定に困難を覚えることがあるし、個体差も考えねばならぬから、晒し骨盤測定の結果をそのまま用いることにためらいがあるが、 $15^\circ$ 程度までの回旋は多くみられる。

片脚起立時、立側股関節を中心として骨盤が回旋したときの力学的解析を考えてみる。図20は両脚立ち骨盤の俯瞰図で、立側股関節と想像による重心線の動揺範囲を鎖線で示す。片脚立ちの際、重心線は股外転筋の作用による骨盤回旋につれ、股外転筋附着部と立側股関節を連ねた鎖線付近に移動するから、側方からみると立側股関節に対し重心線は両脚立ちの場合より後方を通ることになる。現在まで全身の側方X線像で確認したのは3例にすぎぬが、大略のところ骨頭の半径分くらい後方に移動する。重錘をもたせると、重錘位置によりまた変る。両脚立ちから片脚立ちになったとき、重心線が骨頭半径分だけ後方に移動するものと仮定したとき、重心線が股関節の前方を大きく離れて通る場



脊柱

骨頭中心と「股関節外転筋」

足関節

图 15 股関節用解析图 1 (正常例)

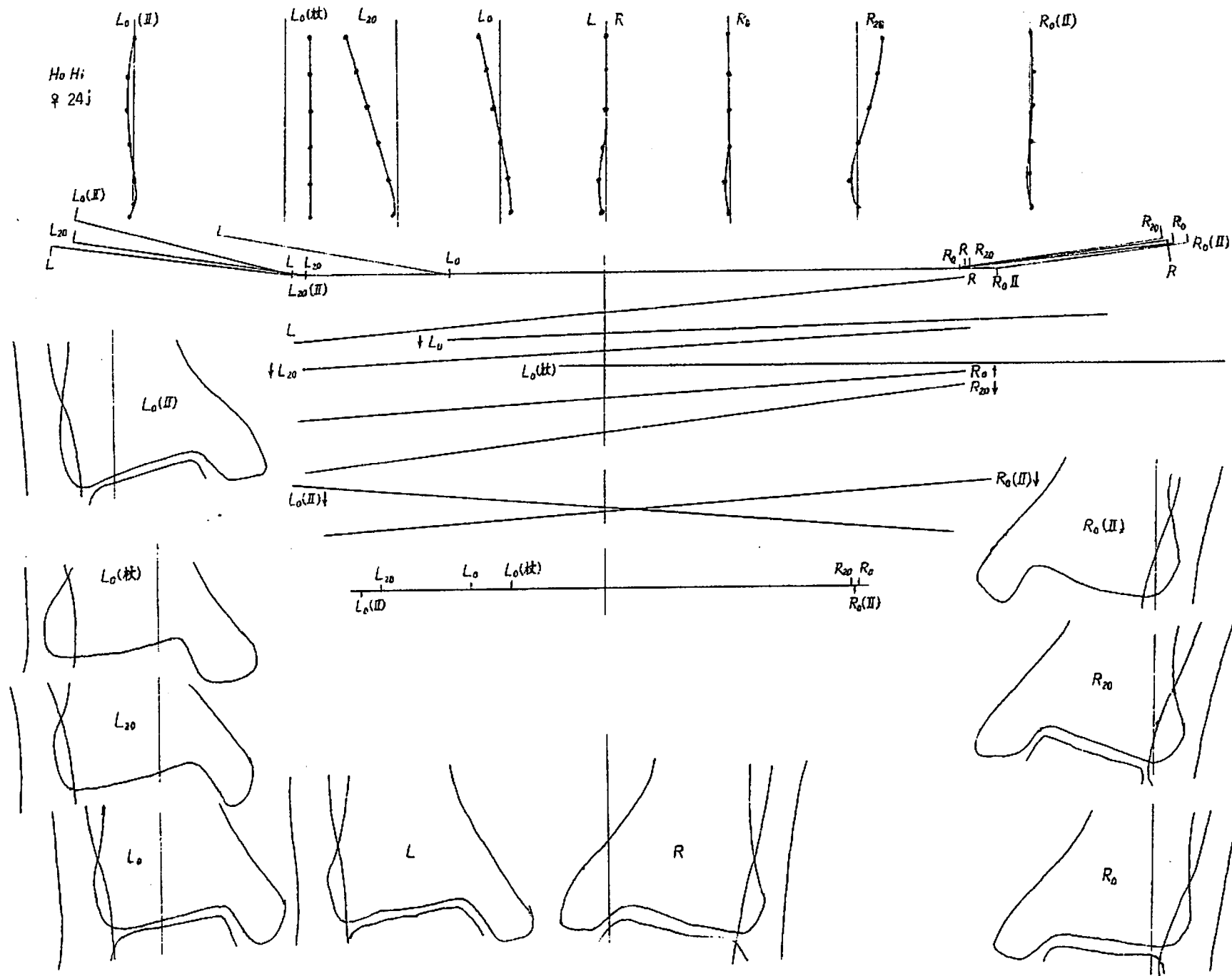


图 16 股關節用解析图 2 (下肢機能低下—恢復例)



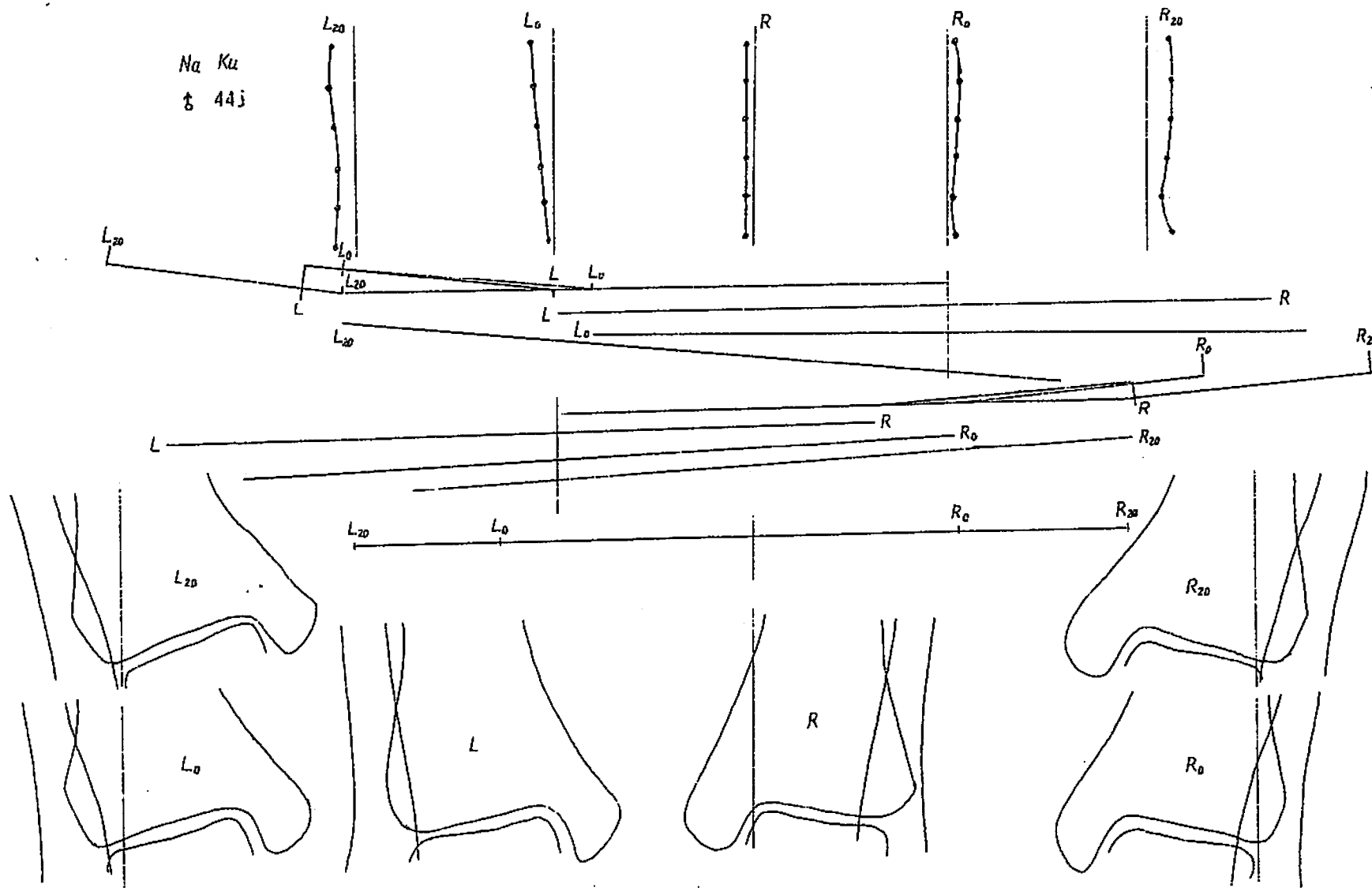
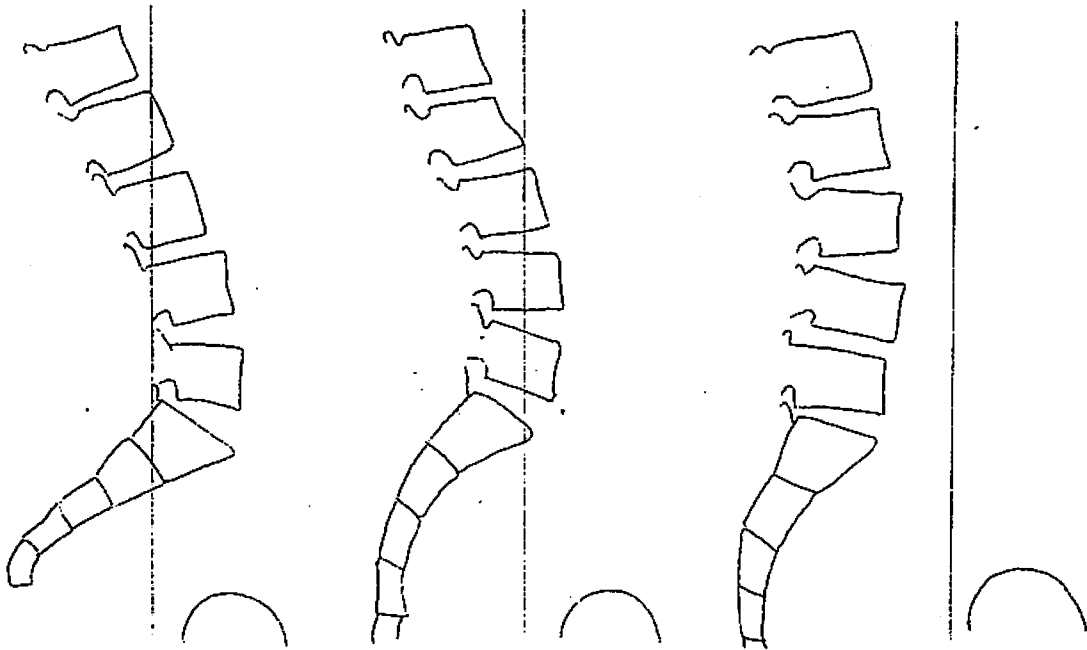
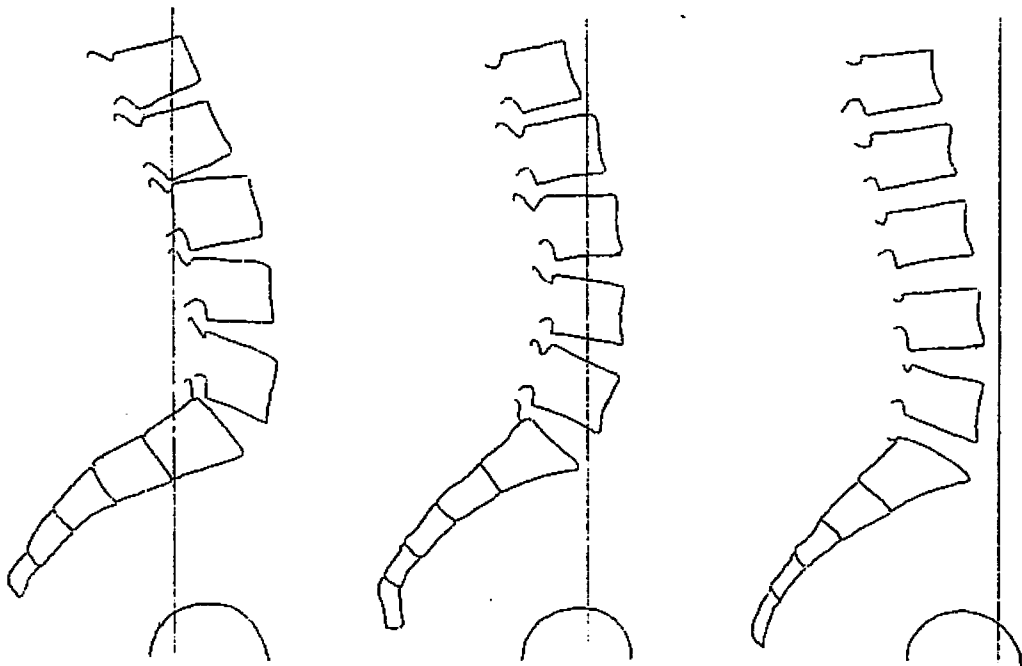


図 17 股関節用解析図 3 (Δ R が極めて大きい例)

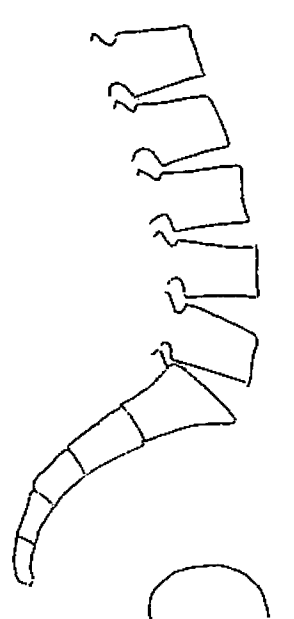
股関節後



股関節内



股関節前



对腰椎 对股関節	後	中	前	$\Sigma$ (%)
後	29	102	9	140 (29%)
内	17	274	49	340 (70.4%)
前			3	3 (0.6%)
$\Sigma$				483

図 18 両脚立時重心線と股関節・腰椎の関係

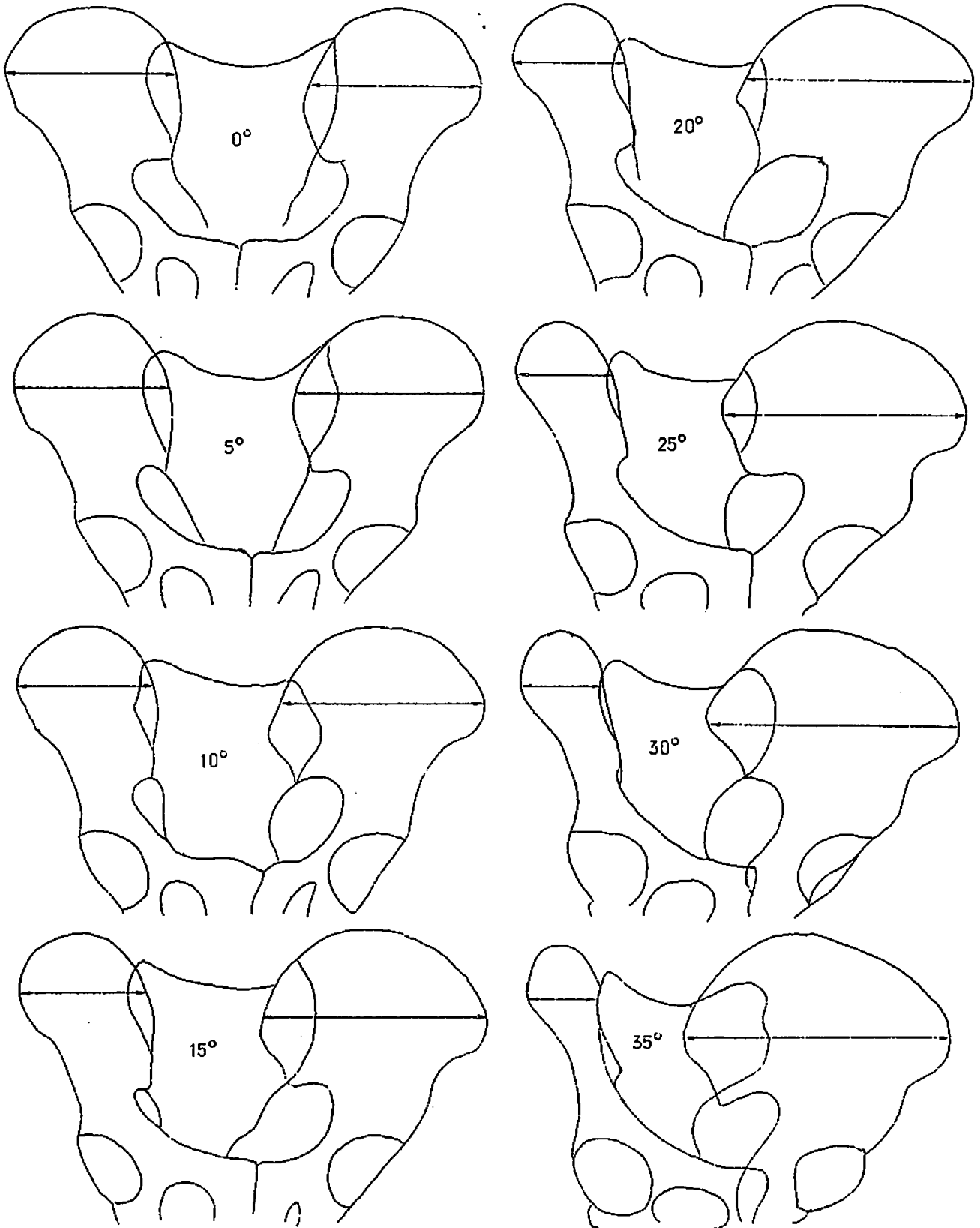
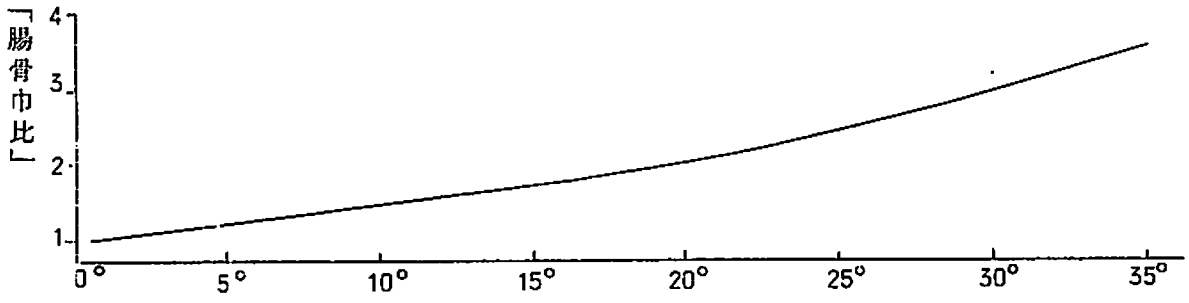


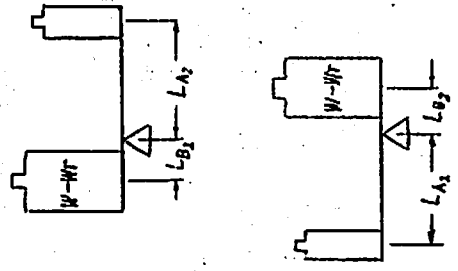
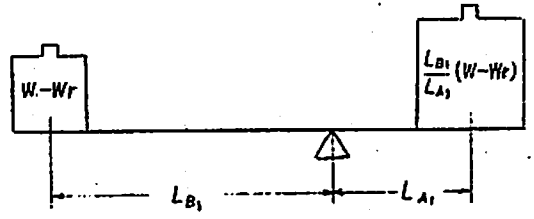
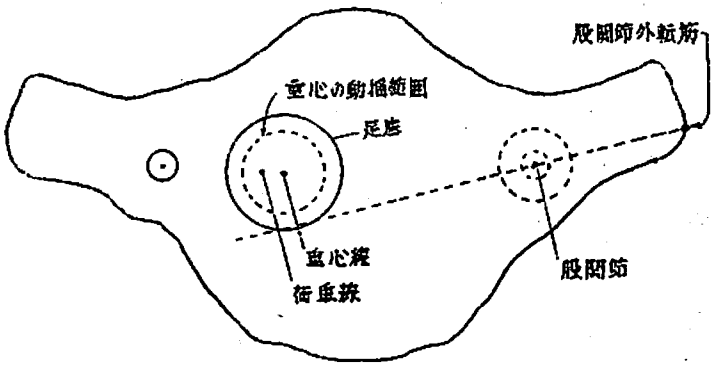
図 19 骨盤の回旋と「腸骨巾比」

合、片脚立ちでも重心線は股関節の前方を通る場合も考えられるが、何れにしても、重心線が股関節から離れる距離は小さく、荷重線が股関節を離れているために生じる回転モーメントに拮抗するように股関節前後の筋が作用すれば、側方からみた「股関節テコ比」 $LB_2/LA_2$ は小さいので筋力は小さくてすむ。

以上のように2方向の同時解析を行った「股関節力」は図20の式(3)で求められるが、 $LB_1/LA_1 > LB_2/LA_2$ であり、 $LB_2/LA_2$ を無視しうるものとすれば式(1)でも大略の値を得ることになる。以上のようにして非脱臼股関節について解析の大略を述べたが、脱臼股関節では難しい。

図21は右先天性股関節脱臼50余年放置例で、患側立ち(図では健側に20%wの重錘負荷)時、骨頭・骨盤間の支点位置が不明で解析出来ぬまゝになっているが、病的関節には支点の位置をきめ難いものが多い。

(今回で股関節を一応了り次回は膝関節解析の予定です)



「股関節力」

前後方向： $(W - W_f) \left( 1 + \frac{L_{B_1}}{L_{A_1}} \right)$  ..... (1)

側方向： $(W - W_f) \left( 1 + \frac{L_{B_2}}{L_{A_2}} \right)$  ..... (2)

2方向を同時に考慮した場合

$(W - W_f) \left( 1 + \frac{L_{B_1}}{L_{A_1}} + \frac{L_{B_2}}{L_{A_2}} \right)$  ..... (3)

図 20 片脚起立時の股関節力解析

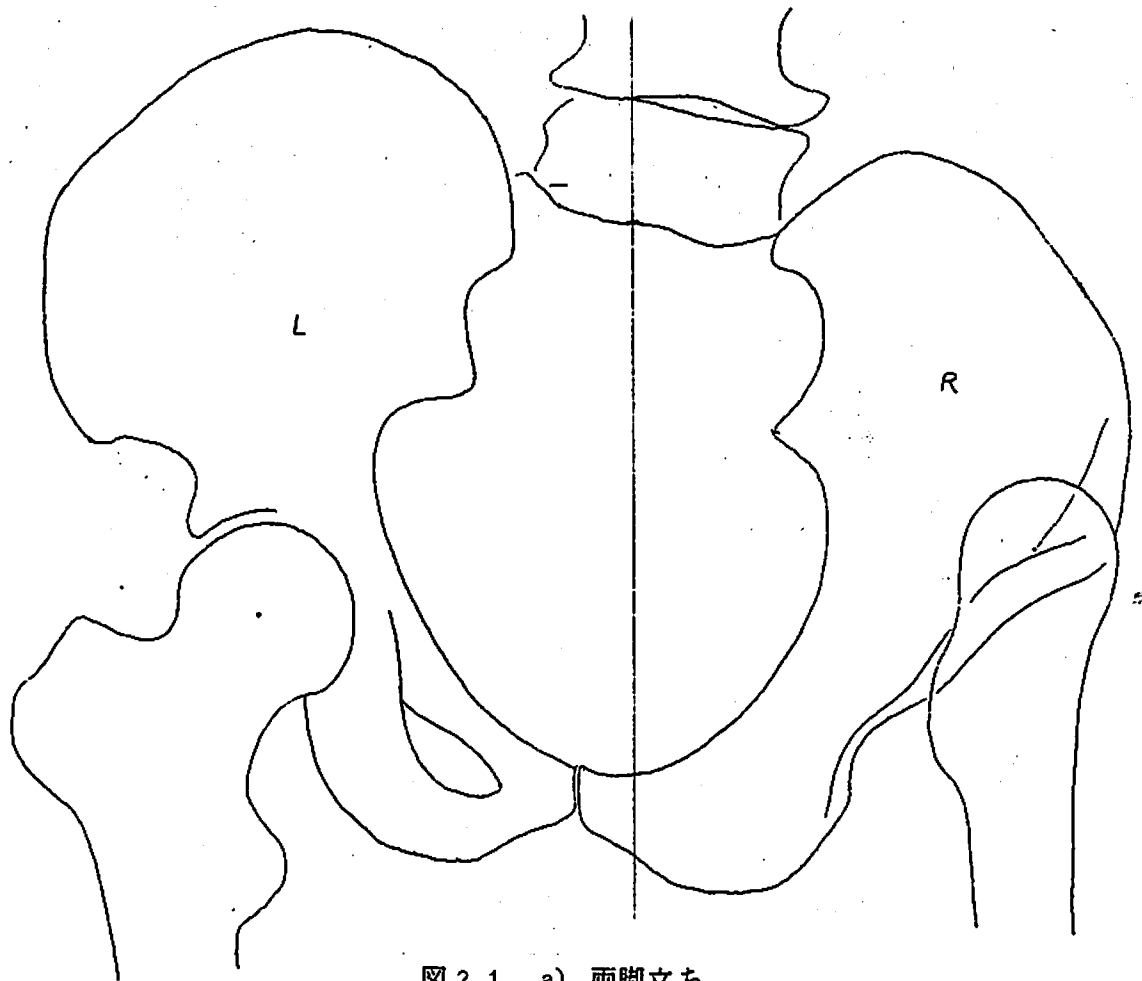


図 2 1 a) 両脚立ち

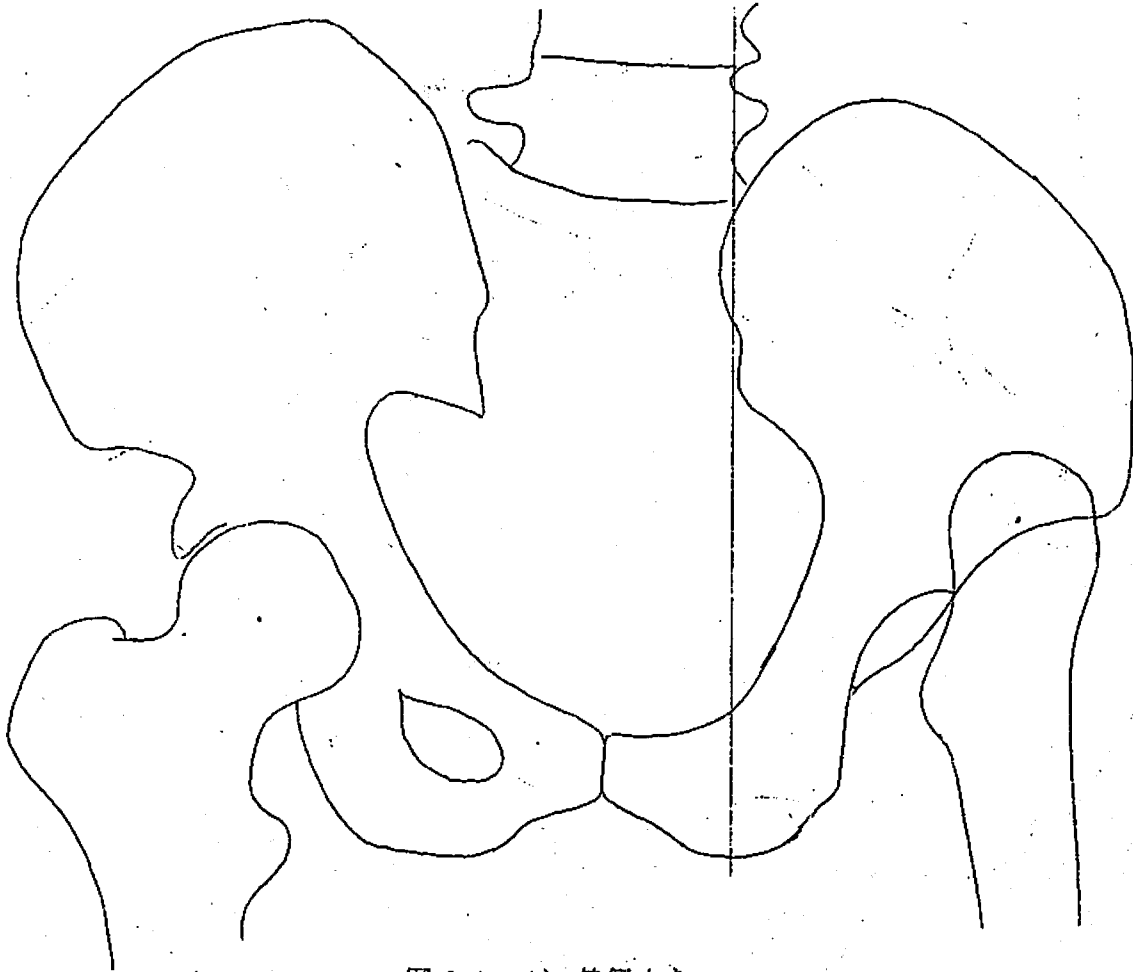


図 21 b) 健側立ち

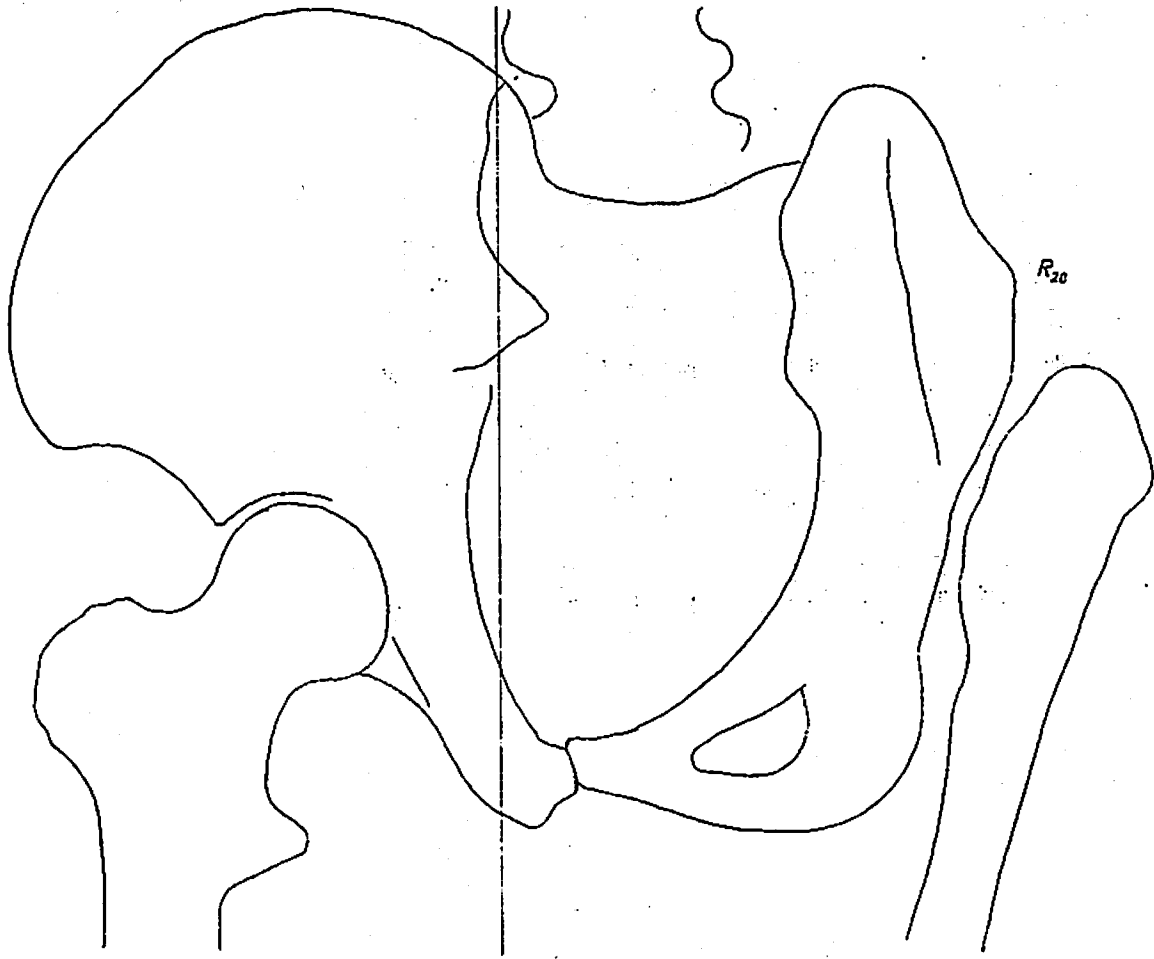


図 2 1 先天股脱放置例の骨盤と荷重股関節の関係 c) 患側立ち



## 今月の入会者

番号	氏名	勤務先	連絡先	住所	卒業校次
549	橋本 寛	三洋機工機	〒481 西春日井郡西春町 沖村岡1 TEL.0568-21-1111	〒471 豊田市平芝町4-39 TEL.0565-32-4735	同志社大 46年卒
550	志田 忠一	三菱総合研究 所	〒100 千代田区大手町 1-6-1 TEL.214-5531	〒247 鎌倉市大船6-10-60 TEL.0467-44-5725	早大・理 工 48年卒
551	小野 隆士	小松製作所	〒254 平塚市西ノ宮2597 TEL.0463-23-1313	〒259-11 伊勢原市八幡台 1-10-3 TEL.0463-95-9935	京大・工 42年卒
552	伊東 勝範	日本電装	〒448 刈谷市昭和町1-1 TEL.0566-22-3311 内2501	〒474 大府市横根町名高7-3 TEL.0562-47-7654	同志社大 工 43年卒
553	ブリヂストン タイヤ		〒244 横浜市戸塚区柏尾1 TEL.045-822-1261		
554	藤井 稔	日本信号	〒338 浦和市上木崎 1-13-8 TEL.0488-32-3336	〒336 上尾市瓦葺尾山台団地 5-16-106 TEL.0487-21-6645	日本大・ 工 38年卒

1975 1. 1 № 54	バイオメカニズム学会 月 報 SOBIM NEWS	発行: バイオメカニズム学会 庶務局: 東京都新宿区西大久保 4-170 早大理工学部 58号館 214号室 加藤研究室内 (郵便番号 160) 電話 209-3211 内線 228
----------------------	---------------------------------	---

あけましておめでとございます

### 第53回ソビーム例会のお知らせ

下記により第53回ソビーム例会を開催します。おさそい合せの上御参加下さい。

日 時: 1月24日 (金) 14:00~17:00

場 所: 早稲田大学理工学部 51号館 2階会議室

話 題: ASMEとバイオメカニズム

土屋喜一 (早 大)

せん毛とべん毛の運動

平本幸男 (東工大)

シンテルマン (New Film)

Kleinwächter

司 会: 梅谷陽二 (東工大)

参加費: 会 員 300円

学生会員 無 料

非 会 員 1,000円

---

次回は2月28日 (金) の予定です。

## 論 壇

## ロボットに心を入れるものは誰か

大 島 正 光 (東大)

産業用ロボットの最近の進歩はめざましいものがあることが新聞紙上でも報じられるようになってきた。そして産業用ロボットも初期の段階では出力機器—Output system として出発したのであった。しかしロボットもこれにとどまることを知らずさらに発展して感覚をもつロボットの出現となった。すなわち input system をさらに output system に加えることになり、この output-input system となってきた。もちろん感覚としては目的に従って圧力、温度、などを感受するわけであるが、これも初期段階では一定の程度 of 感覚に従って、output system が働らく方式のものであったが、やがてそれが感受する程度に応じて出力が調節されることになってきた。これは人間の output-input system に近づいたことを意味する。人間はたとえばものをもつ場合に、その重量に従って筋力を調整するからである。軽いものをもつのに不必要に大きな筋力を発揮することはない。このようなロボットの進歩発展は将来どのような方向に進むのであろうか。より人間に近づいてゆくであろうと考えるのは一つの考え方である。この先どうすればより人間らしくなるのであろうか。一つはより精巧にという方向があるが、もう一つはその反対の方向としては emotional な動きである。すなわち人間はさらに作業を進めたいと思うこともあるであろうし、またもう作業をしたくないと思うこともある。このように emotional な働らきは性能の定常化を目標とする生産過程においてはこれをさげようとして努力がはらわれていたのである。したがってこのような形での emotional な要素は歓迎されるものではないが一方これが生産過程の中で上手に応用される道がないわけではない。すなわちきに入らなければ生産活動を拒否するということは、おだやかではないが拒否する対象がよければかえって望ましいことにもなるのである。すなわち規格に反するような生産物をつくる

ことが強制されるときには生産を拒否するとなれば、そのまま生産を続けるよりは望ましいわけである。したがってこのような方式は人間の emotional activity をとり入れることになり、それによってまた一層人間らしくなってくることになる。

ロボットにこのように心が入り感情をもつことになると、やがてはベットのロボットができあがってゆくのではなからうか。しかしながらロボットも自律性をもたなければならぬというのも別の面から考えると emotion をもつことにつながるであろう。emotion technology の中の一つとしてこのような方面がある。我々がこれから emotion technology を進める必要があることを提唱しているが、これが正しい学問の方向をみつけ出すためには、拒否反応を示したときにどのような形で人間にそれを知らせるかという機能と人間との communication においても工夫が必要である。すなわち只この拒否をメータあるいは赤ランプなどで示すのでなく怒った人間の顔を表示して示らせるような工夫が必要である。

このような人間の感情を考慮して man-machine system の中に両者の communication をよくするために感情の要素を取り入れてゆくことが必要であり、emotion technology の発展を願うわけである。

“ エッセー ”

あと 20 年たつたら？

稲垣 莊 司 (名市工研)

ちょうど今から 20 年前、ベルトコンベアの前に、「うら若き乙女」をずらりとすわらせて作業するのが最新の生産型態だったと思います。オートメーションならぬ、「オートメーション」です。私と同年代の女性が、そのころの主労働力でしたから、あるいは「ジャリメーション」といったほうがよかったかもしれせん。

現在、そのころと、ほとんどおなじ顔ぶれが、コンベアラインの前にならんでいます。そう、パートのオバサンたちです。いつしか、オートメーションは

「ババメーション」になってしまったようです。なぜこうなってしまったか、オトメはみんな学校へ行ってしまったからだと思いますが、ちがうでしょうか？そして、そのかわりが今の主労働力はパートタイマだと思います。なんのことはない、自分の子供たちの学資かせぎと、20年前だったら子供たちがやった善の仕事との二重苦のうえになりたっている「ババメーション」なんです。ところが、"どうもこのごろパートの質が落ちて困ります。能率も悪いし不良率も多いんです。人事で調査した結果ですと、平均年齢がだんだんあがってきているというんですね、どうも、モウロクしてきたんですかな。若い人は、パートにはすくないですね、もちろん、正規の社員として若い人をとるのはむづかしいですし"というある工場の生産技術担当者の話を伺いました。労働力が老令化して、しかもその代替がないとなると、いったいどうしたらいいんでしょう。今の若い人が、将来パートとして働こうとする意欲を持っているかとなると、どうもそうはいかないというのです。まさか、忙しくて苗の手も借りたいからと、苗をコンベアラインの前にしばりつけて、適切な方法で苗の筋肉を電気で刺激してその手をうごかして作業する、「ニャロメーション」を考えるわけにもいきません。とにかく、単純作業、汚ない作業などをする人間がいなくなることは、高校進学率90.8%大学進学率34.7%という昭和49年春のデータ(11月23日付朝日新聞)からみても、はっきりしています。

先般、産業用ロボットに関して、アメリカを訪問する機会を得ましたが、"こんなに景気が悪くても日本ではロボットが要るのか"と聞かれ、返答するのに汗をかきましたが、考えるまでもなく、前述の進学率の向上、人間階級構造の相異、労働者のより上級作業への指向の有無、など多くの相違があるわけですから、単純に比較することはできないわけです。当然、自動化への要求もちがってくるわけです。もちろん、「オートメーション」から「ババメーション」そして「ニャロメーション」への変化は、外国では理解してもらえないでしょう。だから、外国の自動化機械のハードウェアを追っかけるだけでは、今後の実状に沿ったものは実現できないと思いますか、どうでしょうか。どなたか、動物愛護協会などから苦情を受けないで「ニャロメーション」をおこなう方法

バイオメカニズム学会

SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

を考慮していただけませんか？ 20年後の日本のために。

国際会議

5th Inter-Symp. Industrial Robots

期 日：Sept. 22～24, 1975

トピクス：Current Industrial Applications

Developing Equipment and Application

Research and Development

Economics

アブストラクト：100語内外，締切 Jan. 15, 1975（1月末着でも受理されると推測される）

受理された投稿者には Feb. 15 までに執筆要項が送付される。

論文：締切 May 15, 1975 期日に遅れると論文集に収載されないから注意のこと。2000～400語内外

郵送先：Society of Manufacturing Engineers — Technical Divisions

20501 Ford Road

Dearborn, Michigan 48128

U.S.A.

◎この会議は去る11月中旬東京でSOBIM, JIRA共催で開かれた第4回シンポジウムに続くものです。

## 1 1 月例会の記録

日 時：11月22日10時～12時

場 所：早稲田大学埋工学部51号館2階会議室

参加者数：35名

### 第51回例会を司会して

飯田 卯之吉 (国立身障センター補具研究所)

今回はワルシャワ大学応用力学研究所のA. Morecki 教授の「ポーランドにおけるエン지니어リング・リハビリテーションの最近の動向」という講演の司会を仰せつかった。

講演の概要を述べると次のようである。

最近の生体力学では生物特に人体の運動に関する研究をとりあげている。12種の哺乳動物の上肢および下肢について、筋アクチュエータの機能数 $F$ と役の可動度 $W$ との間の関係式を導き、人間の四肢においては $F$ と $W$ とが最適システムを構成していることが確認された。義肢・装具マニピュレータを計画する場合にはこの $F$ と $W$ との比率を変えないことが重要である。

以上の原理に基づいて設計した、上腕義手、上肢装具の実例を映画およびスライドで提示された。特に上肢装具をつけた脊損者の手のつまみ動作のために、埋め込み刺激装置を手の正中神経に取付け、機能を補助する方法について可成り詳しい説明が行われた。また筋運動を control site とする場合の一つの試みとして一つの信号の上位レベルと下位レベルを用いて制御する方法の例示があり、非常に興味深いものであった。

短い講演時間のあいだの感じであったが、Morecki 教授は実に穏やかな人柄で、装具処置あるいは義肢の試みは患者側からの協力があって始めて出来ること、また医学側では Dr. Fidelus、工学側では Dr. Ekiel の協力を得て成果をあげたことを淡々として述べられ、一人称単数の "I" という語は一度も出

ず、"our colleague Dr. Fidelus"というように同志の業績を強調され、ポーランド全体が、一つのリハ哲学のもとに動いていることを、飾らずに語り終られたように印象づけられた。同じような印象をやはりポーランドの学者から受けた思い出がある。それは1960年に 米国科学アカデミー主催による世界養肢研究者会議に出席したとき Poznan Rehab Center の所長（女性で整形外科医）と主任の工学者のお二人で、「ポーランドにおけるリハビリテーションの現状」と題する報告があったが、この時も豪華ということから程遠い施設で、人間の技術のベストを尽して障害者の幸せに努力してられる、映画を主とした報告であったが、今回の Morecki 教授のお話しのあのような感銘を受けた。

リハビリテーションとは障害者の中から能力を引き出すことであって、単に技術的成果を与えるものではない。従ってリハ技術者は障害者に対して「与える者の立場」を採るべきでなく、謙虚なものでなければならぬと私は信じているが、Morecki 教授の声咳に接して、私は教授を中心としたグループの謙虚さに深く感銘を受けたと思っている。司会をさせて頂いた私自身が一番勉強になり、拙い通訳で出席者の方々は逆に理解を妨げられたのではないかと恐縮の限りである。



## 技術データ

## 全身のレ線撮影夜話 (7)

## 膝関節力の解析

鈴木 裕 視 (鈴木整形外科)

人が片脚で立っているのを前後方向からみたとき重心線と立脚肢の位置関係はSOBIM NEWS NO.51 図1 d) に示した。棒の中間に関節を設ければ膝に相当する。設関節と同様、膝関節にも「外側支持機構」が必要となる。片脚起立時「膝外側支持機構」に生じる張力を  $M$  とし、全体の重量を  $W$ 、立側膝関節以下の重量を  $W_r$  とすると、膝関節の力学的解析も股関節の図2と同じになる。従って I) 膝支点の位置 II) 膝関節に対する荷重量と荷重線の位置 III) 「膝外側支持機構」の位置とそこに作用する張力の大きさの解析が基本となる。片脚立ちのとき、側方からみた重心線は膝関節の内を通る例が多いので、解析は前後方向からみた場合についてのみ行う。

I) 片脚立ち時膝支点の位置：膝に比べ股関節は大略のところ球状関節であるから、支点は通常関節中央とみて大過ないが、膝は大腿骨側が内・外の両類に分かれ、比較的平坦な脛骨上関節面と関節軟骨、半月板という軟骨を介して接し、頰部の形状により支点位置の変ることが想像される。図1で右側のバネは「膝外側支持機構」を意味する。膝関節面各部の圧力分布が明かでない現在、想像を混じえた巨視的支点位置の解析もやむを得まい。a) の如く弧で接する場合は接点を支点とする。b) の如く平面で接するとき、関節部を便宜的に偏心荷重をうける連続体とし、この部の軸応力と曲げ応力を重ね合せ、圧縮応力部分の図心を関節面に投影した点を支点とする。c) の如く切り欠きのある場合も b) と同様にするが、b) より荷重側に支点がよる。実際の膝関節を前後方向からみたとき d) の如くなるので a) c) を参考にし、荷重側弧の接点を支点とする。

II) 膝関節に対する荷重量と荷重線の位置 これを生体で直接求めることは困

難で、股関節の場合と同様立側膝関節以下の下肢重量とその重心位置から逆算するのが実際のであらう（股関節図3）。膝関節以下の排水体積は股関節以下の約1/3で、立側下腿軸は重心線と交叉しているから膝関節以下の重心 $G_u$ （下腿の中央付近）と重心線間距離（ $L_{ux}$ ）は股関節以下の場合に比べ（ $L_{ux}/L_{px}$ ） $\frac{1}{3}$ 程度となる。股関節の場合の $\Delta x$ は既述の如く10~15mm程度が多いので、 $\Delta x_k$ はせいぜい2mm程度にすぎず、実験誤差の中に入ってしまう（例えば重量50kgの重錘を測定台上スパンの中央におくとき、秤に表れる重量と理論値の誤差が0.1kgなら少ない方で、スパンを1000mmとしているので、0.1kgの誤差は重心の位置移動2mmということになる）ので重心線を荷重線とみなすことにする。

Ⅲ) 片脚起立時の「膝外側支持機構」の解析片脚起立時、膝関節にかかる荷重に抗するものとして①外側側副靭帯②弓状膝窩靭帯③腸脛靭帯④大腿二頭筋腱⑤其の他がある。⑤には膝関節後面の多くの筋が関係していると考えられるが、③④も筋の働きを介し機能を果たすことになるから、「膝外側支持機構」の主力は筋肉といえようか。①~④の3次元の分布をみるため屍体標本で表面にフューズ線を貼り、樹脂に包埋し、前後・側方のX線撮影後膝関節面を含む脛骨上関節面に平行な切片を撮影する。これらのトレースを図3に示す。これを参考として前後方向からみた「膝外側支持機構」を大腿骨外頰と脛骨外側の共通接線としたが、⑤の作用を想うとき、真の「膝外側支持機構」は便宜的なものより内側にならう。以上の如くきめた膝関節の力学的解析の模式図を図4に示す。膝支点は脛骨上関節面の平均的平面に対する大腿骨内頰の最近接点とする。膝関節力の大きさは支点反力として求められる。大腿・下腿骨幹軸と重心線のなす角を $\varphi_1$ 、 $\varphi_2$ とし、両骨幹軸のなす角を $\Delta\varphi$ とする。両脚立ちから片 $\varphi_1$ 、片 $\varphi_2$ 、片 $\Delta\varphi$ と荷重条件が厳しくなるにつれ $\varphi_1$ 、 $\varphi_2$ は大となる。そして $\Delta\varphi$ が小さくなるのが期待されるが、重心動揺調節のためと考えられる $\Delta\varphi$ の変動で、現在までのところ $\varphi$ の変化程明かでない（図5）。脛骨上関節面と重心線のなす角を $\theta$ とする。膝関節力、脛骨上関節面に作用する圧力・平均剪断力の関係と荷重条件による $\theta$ 変化の様子を図6に示す。下坂機能低下ある場合 $\theta$ も小さい傾

向にあるようであるが明かでない、片脚起立時脛骨上関節面上の圧力は膝関節力と殆んど同じであるが、平均剪断力は片<sub>20</sub>～片<sub>40</sub>の場合、関節力の2割程度の大きさに達するものがある。図7に膝関節以下の重量( $W_T$ )を体重の6%としたとき「膝関節テコ比」と「膝外側支持機構」に生じる張力、「膝関節力」の関係を示す。荷重の増大につれ「膝関節テコ比」も増大している。下岐の機能障害ある場合は片<sub>0</sub>で「膝関節テコ比」を小さくしており、そのうち1/4が片<sub>2</sub>の荷重条件に耐えられず図表から脱けている。股関節と同様膝関節でも下岐の機能障害ある場合「膝関節テコ比」を小さくして膝関節力を小さくする努力がなされているといえよう。下岐の機能が正常、低下から恢復、超正常(?)例の重心線と膝関節の位置、 $\varphi_1, \varphi_2, \theta$ 、「膝関節テコ比」を示す。 $L_{k0}$ は左脚立ちで右手におもりを持たぬ場合の「膝関節テコ比」を示す。図8は正常で前号の股関節15例で、片<sub>0</sub>～片<sub>40</sub>と荷重を増すにつれ $\theta$ は増し、膝関節は重心線から離れている。 $R_{20}$ は $R_{40}$ に近い状態をとっているが、右に重心が動揺したとき撮ったものであらう。脛骨上関節面の平面決めで膝支点の位置が微妙に変りうるので「膝関節テコ比」も変化しやすい。図9、機能低下から恢復したもので、前号の股関節図16例である。 $L_0$ で膝関節内に重心線が進入しているので、重心線を左右2本に記した。手術後患肢起立出来るようになって間もない時期と11ヵ月後の内副子(骨折部の骨接合用構造体)抜去直前では機能の差が明かで、「膝関節テコ比」はそれをよく反映しているようであるが、健側(病期の時期によっては健側といえども機能的に健康な下岐といえないことがある)についてはその差が明かでない、むしろ $L_{k0}$ は他の場合より大で、膝が外側に揺れたとき撮ったものであらう。図10は前号の股関節図17側の膝関節である。図に示さないが、下腿骨折遅延治療の診断で内副子固定のやり直しと骨移植術を併用し、術後の炎症々状軽減で疼痛も少ないのをみて臨床的に経過良好と判断し、患者の希望にきかせ、早期から免荷荷重を始め、荷重漸増訓練を行わせていた例がある。経過日数の割合に骨折部のすっきりしない訴えが続いているので全身撮影を行った。重心線が関節内を通過しているので退院尚早、訓練続行で経過をみていたが、1ヵ月後に内副子の折損を来した例がある。写

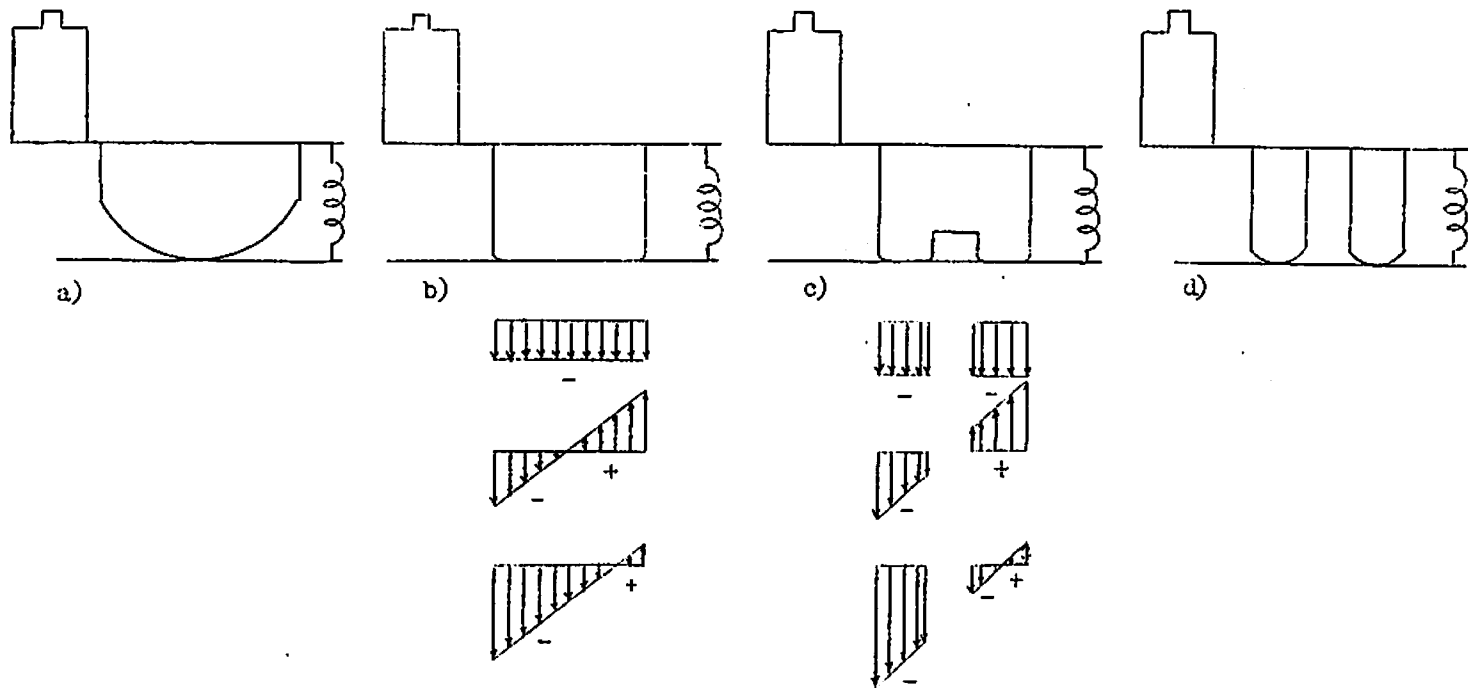


図 1 柱端の形状と支点位置の関係

$$\begin{aligned} \Delta x_k &= L_{ux} \frac{W_u}{W - W_u} \\ &\doteq L_{ux} \frac{6}{9.4} \\ &\doteq 0.064 L_{ux} \end{aligned}$$

$\Delta x_k \ll L_A$ であるから重心線を荷重線とみなしてよい。

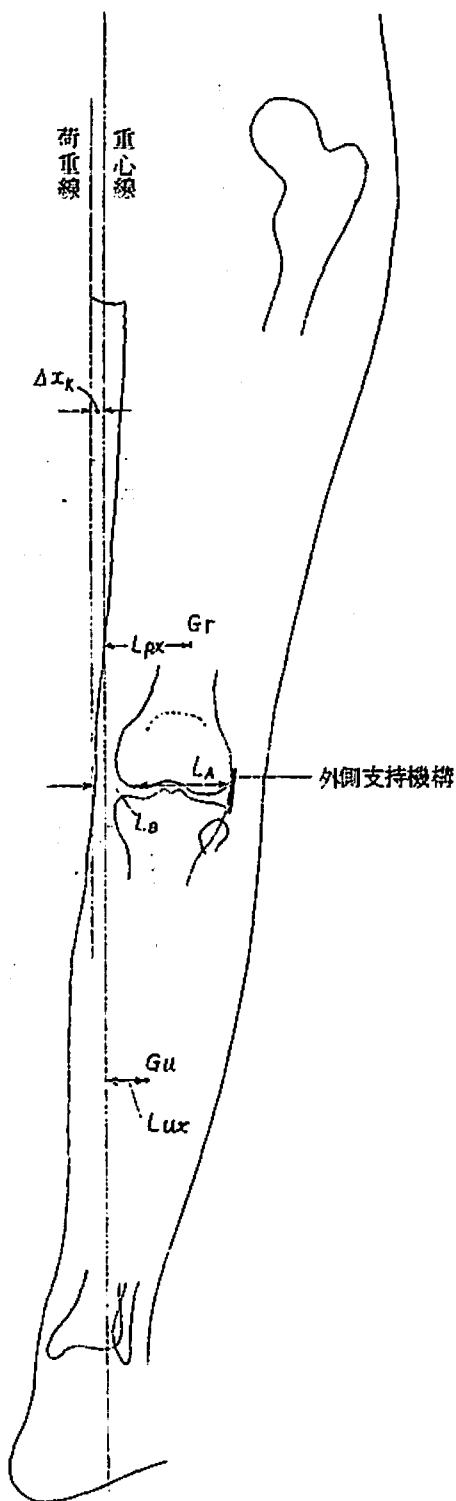
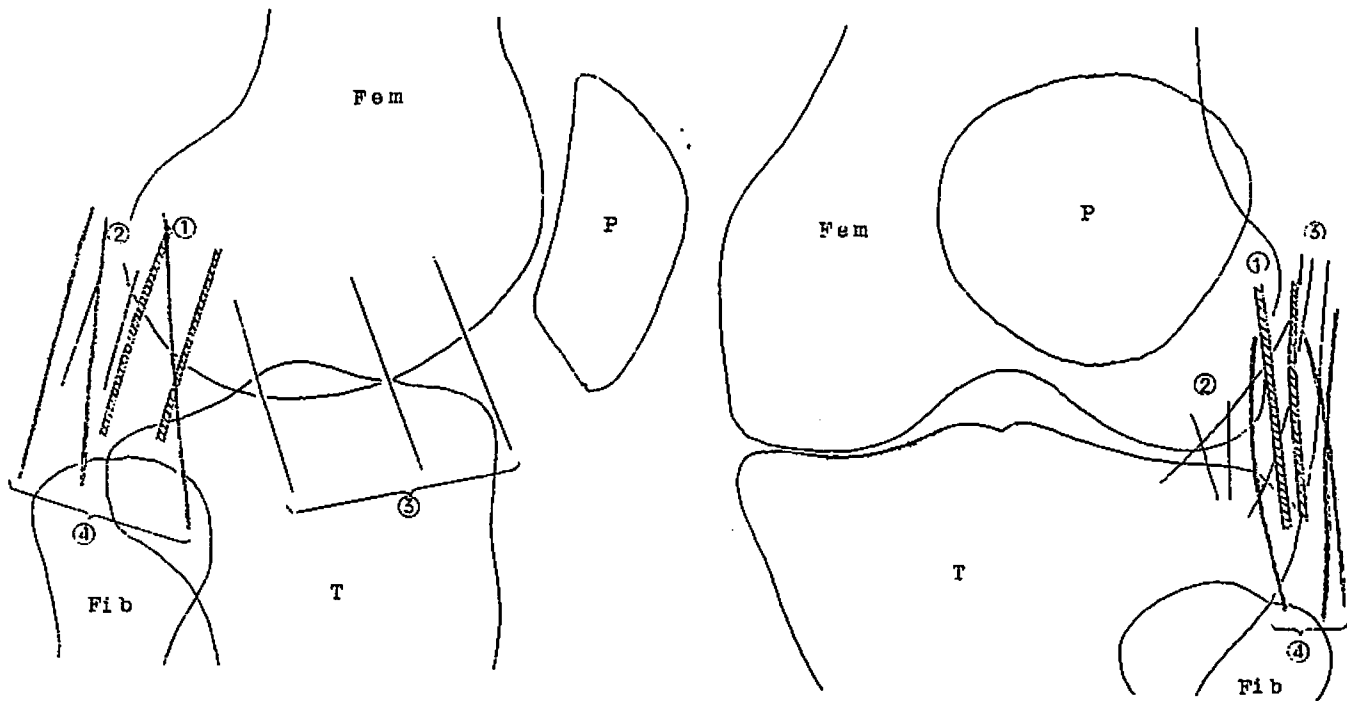


図2 膝関節と重心線、荷重線の関係



- ① Lig. collaterale fibulare
- ② Lig. popliteum arcuatum
- ③ Tractus iliotibialis
- ④ Tendon bicipitis femoris

Fem: Femur 大腿骨  
 P : Patella 膝蓋骨  
 Fib: Fibula 腓骨  
 T : Tibia 脛骨

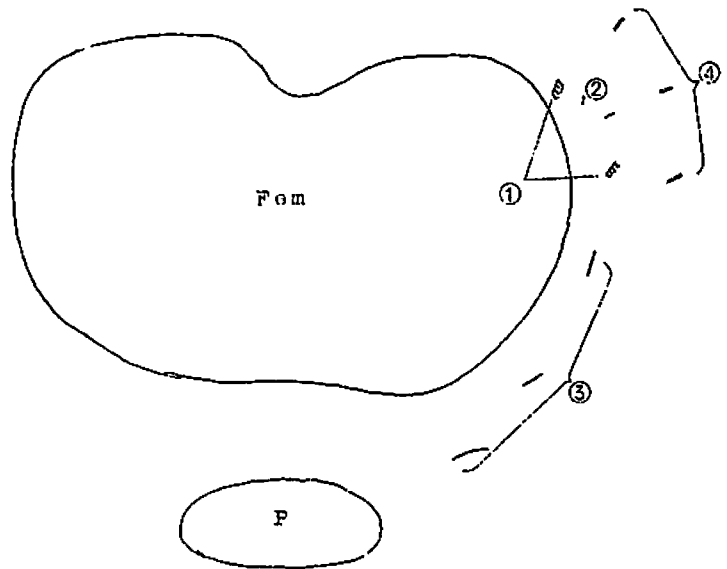


図3 「膝外側支持機構」の分布状態

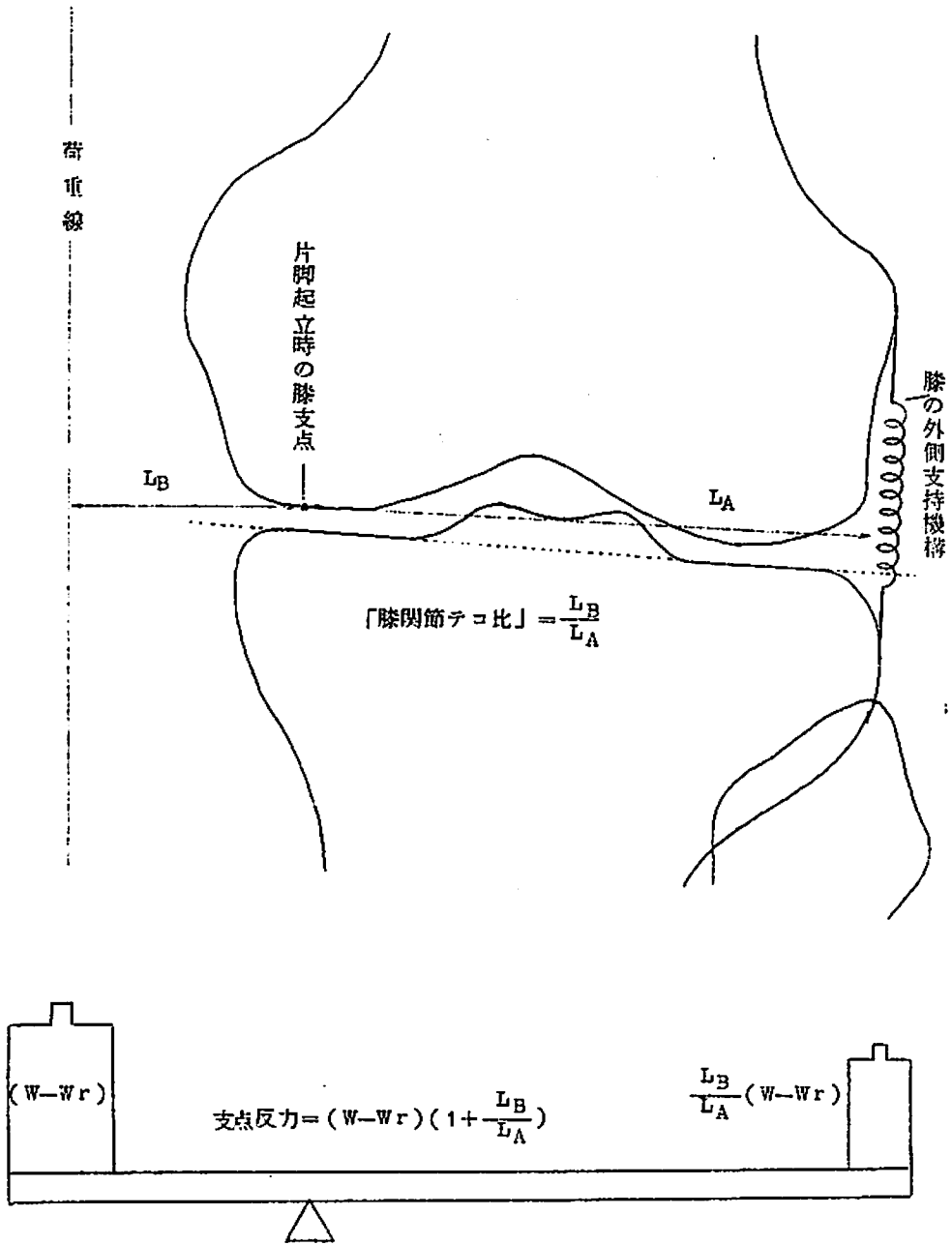


図4 片脚起立時膝関節力の解析

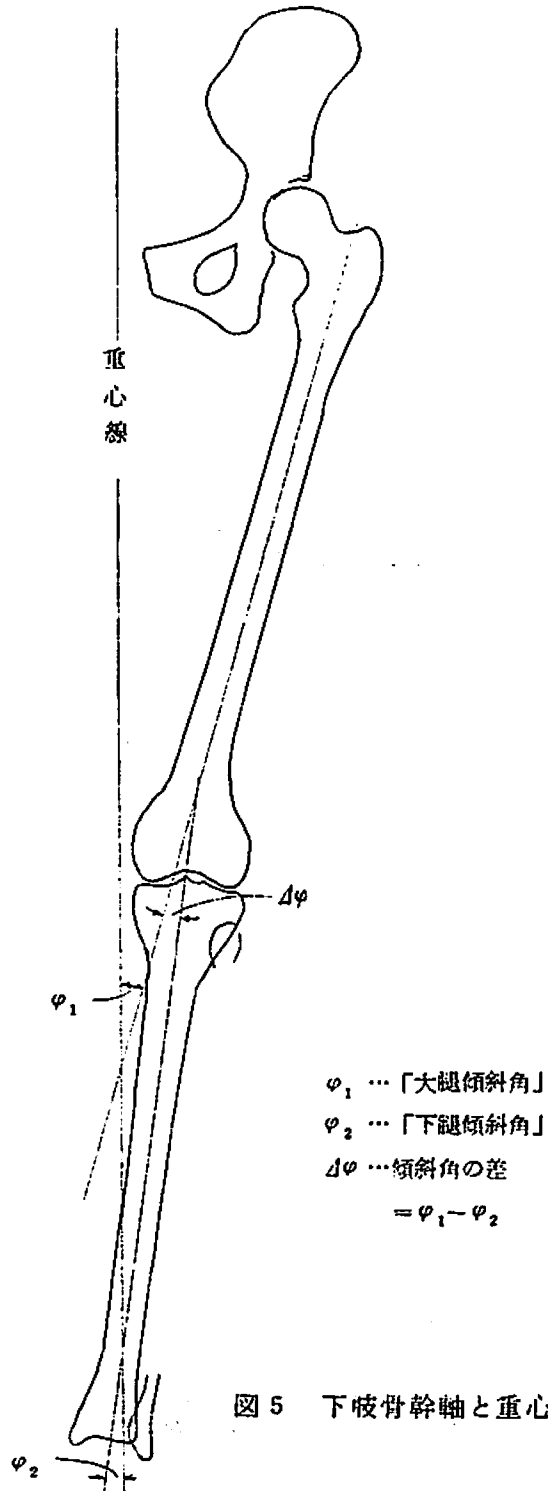


図5 下肢骨幹軸と重心線の関係



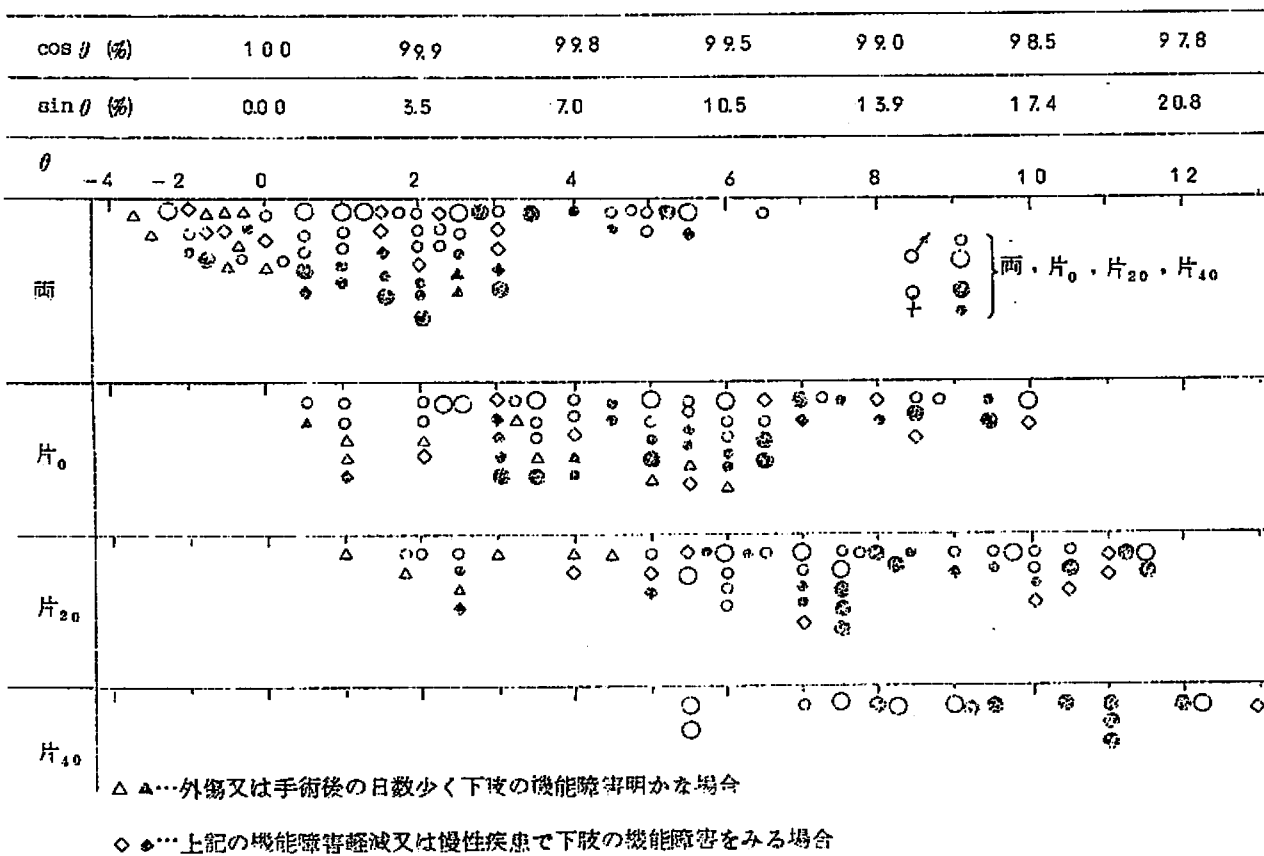
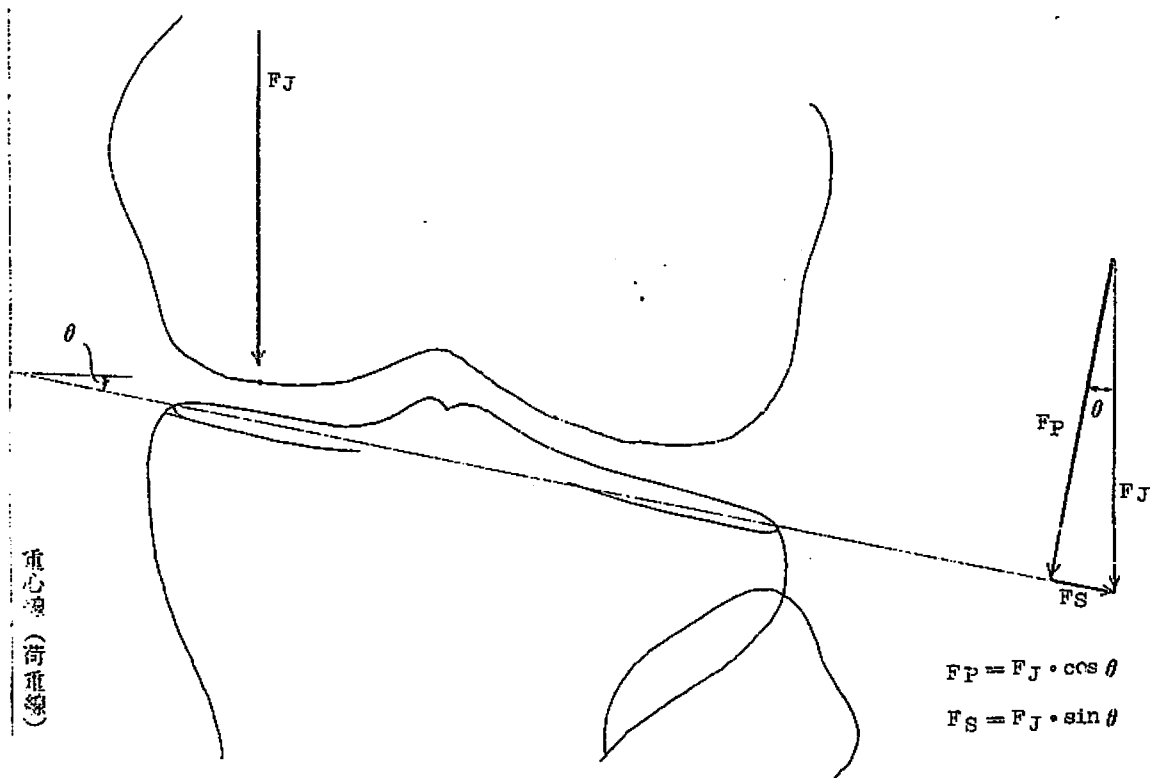
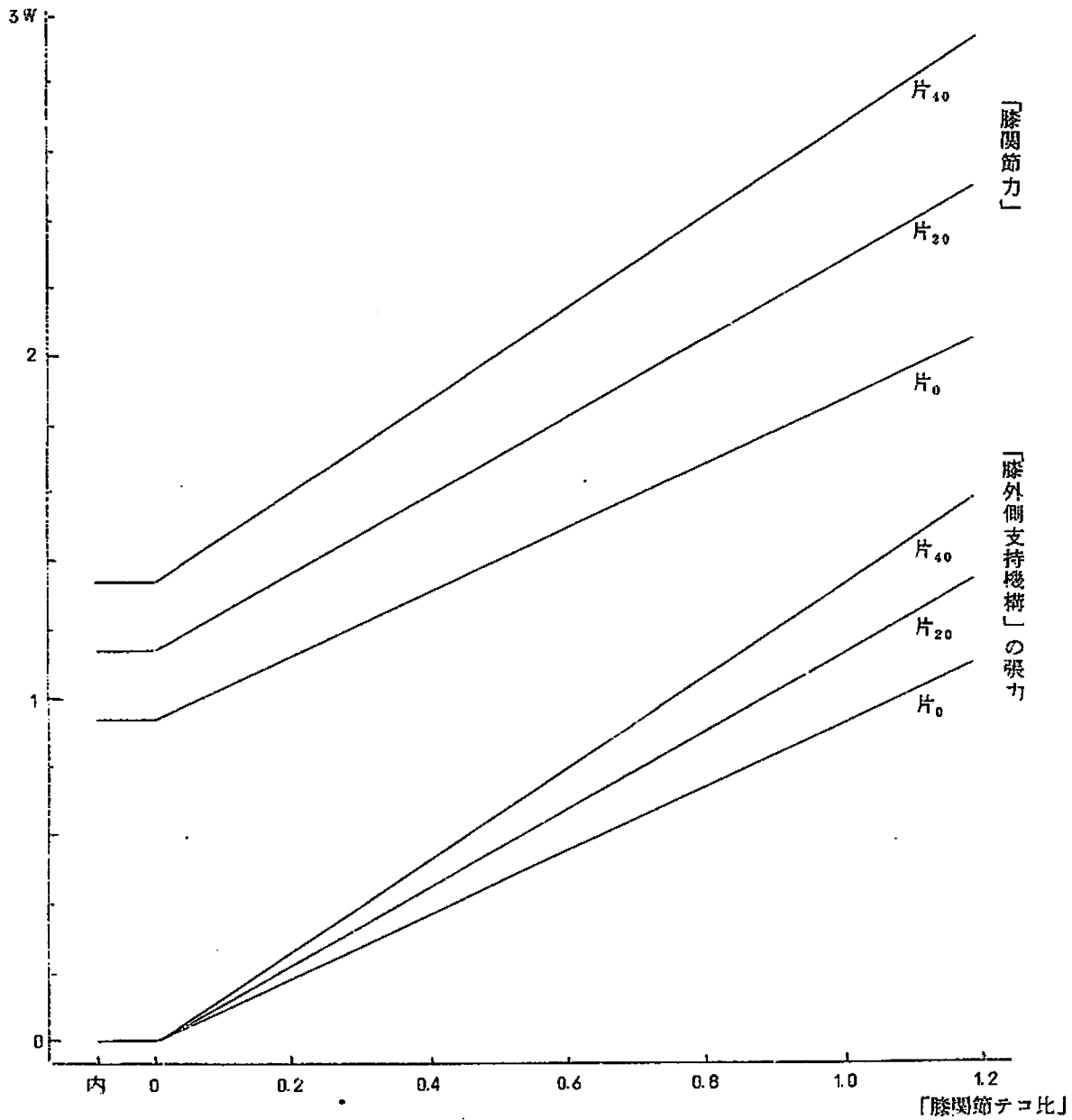
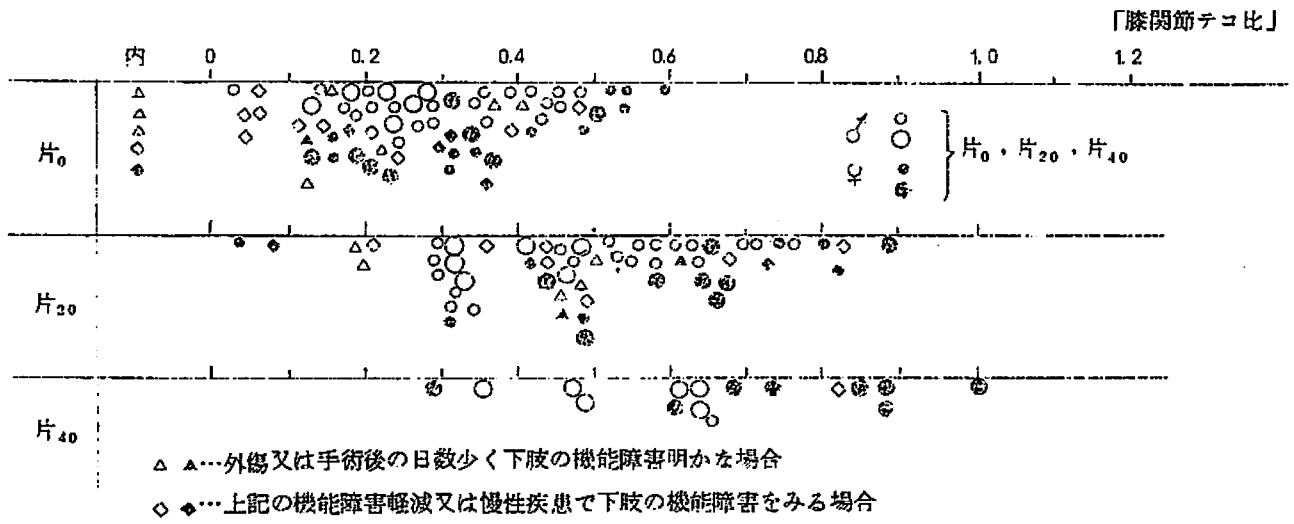


図6 脛骨上関節面の傾斜角 $\theta$ の分布状態と関節面の圧力・剪断力の関係



立脚膝関節以下の重量を体重(W)の6%とする

図7 「膝関節テコ比」の分布状態と「膝外側支持機構」の張力・膝関節力の関係

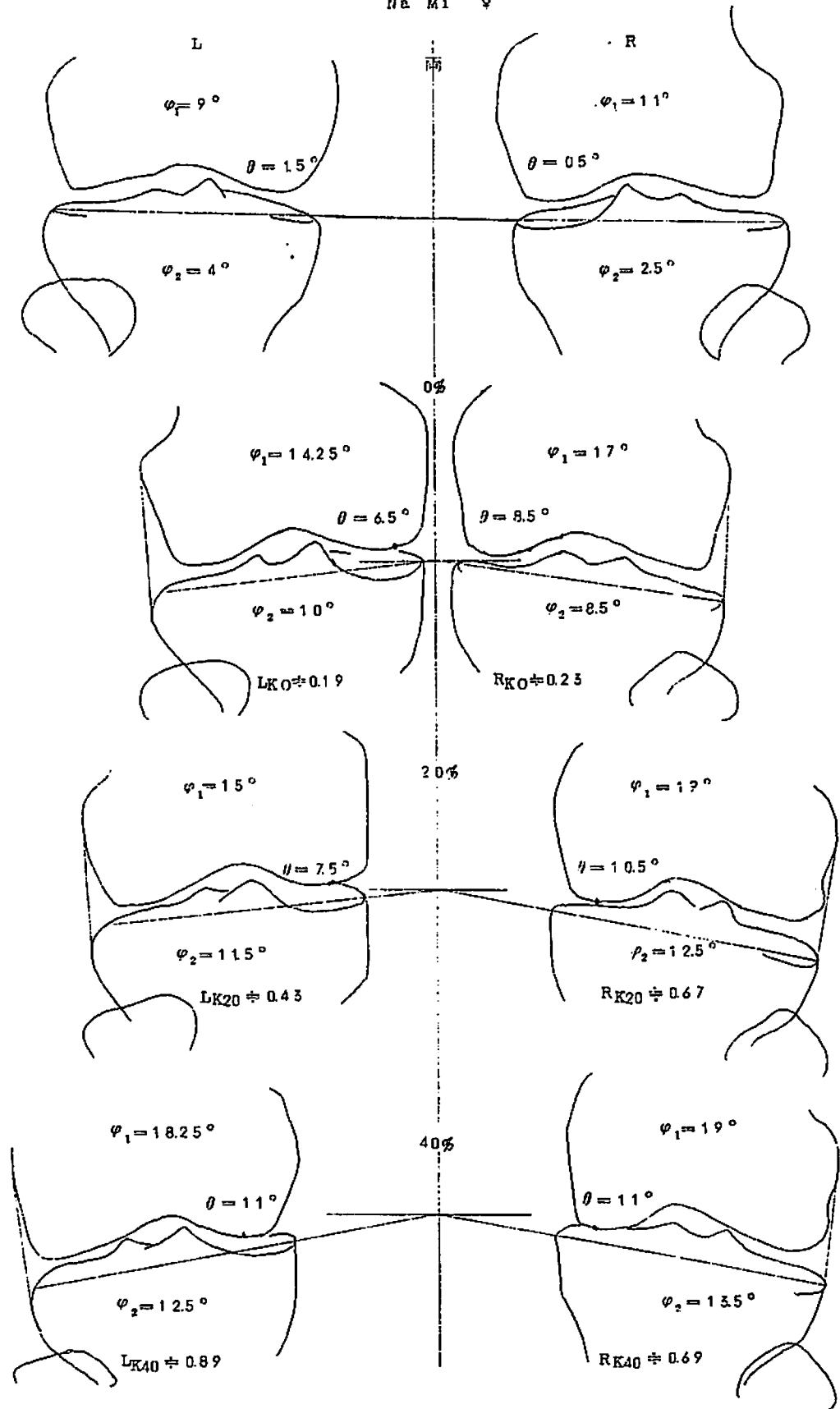


图 8 膝關節用解析圖 (正常例)

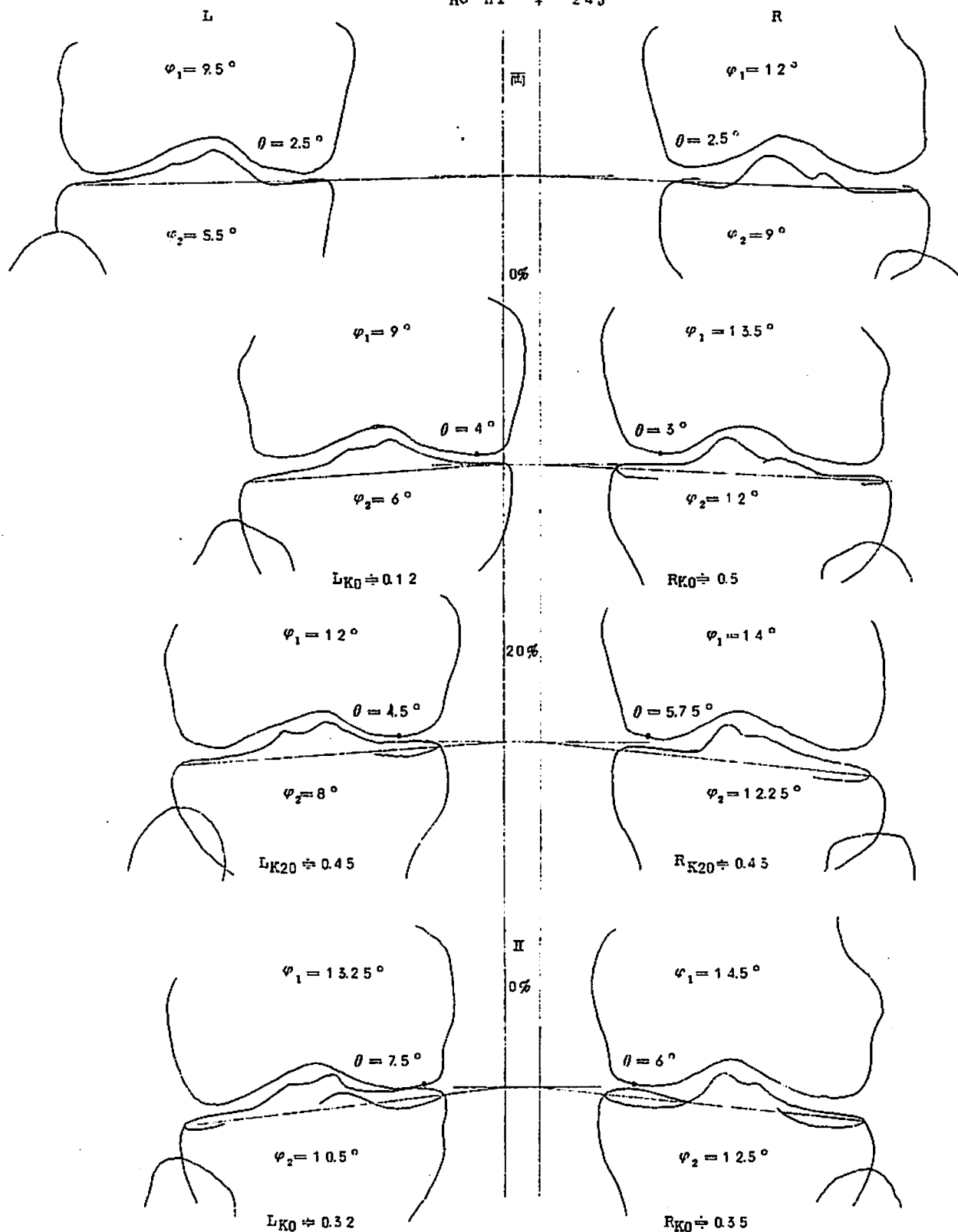


图 9 膝關節用解析圖 (下肢機能低下→快復例)

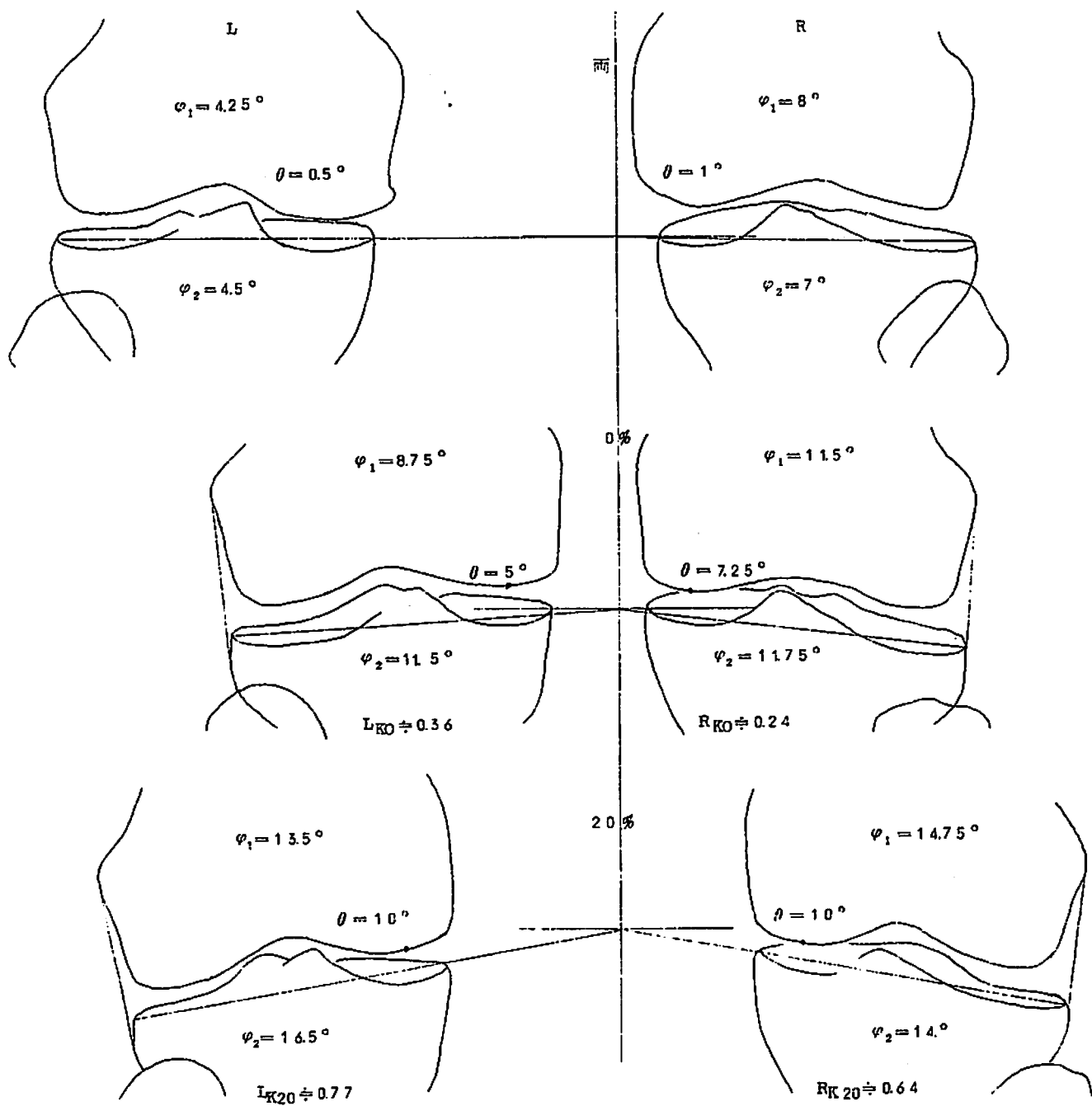


図 1 0 膝関節用解析図 (股関節で  $\Delta R$  が普通より大きい例)

真をみた時から荷重量を減らし、疲労破壊の進行を防ぐべきであったと反省している。「膝関節テコ比」から下肢機能を判定するには膝のLBが股関節に比べ小さいので、重心の動揺により本来の値とかけ離れた値が出て判断を誤る危険性が高い。重心の動揺を連続記録し、X線照射時の重心移動が記録されている場合は重心線位置を修正することが出来、機能を形態的に記録する方法として大きな意義が認められるであらう。

今月の入会者

番号	氏名	勤務先	連絡先	住所	卒業校
555	名 執 薫	海洋科学技術センター	〒237 横須賀市夏島町 2-15 TEL 0468・65・1558	〒213 川崎市高津区下作延 2000 TEL 044・811・2244	慶大・工 49年卒
556	大 塚 清	海洋科学技術センター	〒237 横須賀市夏島町 2-15 TEL 0468・65・1558	〒223 横浜市港北区仲手原 1-16-15 TEL 045・432・2202	電気通信 大 48年卒

1975 2.1 A655	バイオメカニズム学会 月報 SOBIM NEWS	発行：バイオメカニズム学会 事務局：東京都新宿区西大久保4-170 早大理工学部58号館214号室 加藤研究室内（郵便番号160） 電話 209-3211 内線228
---------------------	--------------------------------	---

## 目 次

特 集	・第4回国際産業用ロボットシンポジウム ..... 2 運営委員会を解散して ..... 加藤 一郎... 2 国際産業用ロボットシンポジウムの運営について ..... 長谷川幸男... 4 第4回国際産業用ロボットシンポジウムの裏方と しての感想 ..... 尾崎省太郎... 6 第4回国際産業用ロボットシンポジウに出席して ..... 佐藤 孝平...11 Proc.4th ISIR から見たロボット研究の動向 ..... 梅谷 陽二...13 Human Age and Robot ..... 森 政弘...14	
研究速報	・動力義手運動方向決定のための筋電位パターン識別 システム ..... 赤沢 堅造...18 ..... 白永 松夫 ..... 藤 克彦	
国際会議	・5th Inter. Symp on External Control of Human Extremities ..... 23	
技術データ	・全身のレ線撮影夜話(8補遺) ..... 鈴木 裕祝... 30	
記 録	・10月例会 ..... 37 12月例会 ..... 41	
訂 正	..... 45	
今月の入会者名簿	..... 47	
例会のお知らせ	..... 48	

特 集

## 第4回国際産業用ロボットシンポジウム

(4th International Symposium on Industrial Robots)

去る11月19～21日、当学会および日本産業用ロボット工業会共催のもとに、表題のシンポジウムが東京プリンスホテルで開催され、内外に多大の反響を与えた。特にヨーロッパ諸国のわが国への期待が大きく反映し、国外から120名をこえる参加者があつた。併催されたアフタテクニカルツア、ロボット展いづれも好評のうちに幕をとじた。

この特集は、当学会からの運営委員として企画構成に当られた諸氏に、それぞれの視点から、このシンポジウムについてのエッセーを書いていただいたものである。

### 運営委員会を解散して

運営委員長 加藤 一郎

ロボットに対する関心が国際的な規模で高まつてきたことを、近頃私はひしひしと感じる。その具体的な表われが、関連国際会議の数である。ちよつと指折り数えても5指を下らない。

そういった中で、この国際産業用ロボットシンポジウム (ISIR) がどんな意義をもつものなのか。その性格をとらえておくことは、会議をすれちがいの場としないために必要なことと思われる。

それにはまずISIRの生い立ちと歴史をふりかえつてみる必要がある。周知のようにこのシンポジウムの第1回はイリノイ工科大学研究所 (IITRI) 主催のアメリカ国内会議として1971年に開かれた。そしてそこに集まつたペーパーはユニメート関係を筆頭として、パーサトランその他関係がメインであつたように思う。1972年に同じIITRI主催で開かれた第2回は、計画の中途から国際に切換えられたようで、わが国にもよびかけがあり、SOBIMが窓口となつて5件のペーパーと10数名の方が参加された。この時の模様は、この月報No. 29 (1972, 7月号)に尾崎・長谷川両氏が連名で報告されてい



る。全体的印象としては、セミインターナショナルという感じである。第3回はチューリヒのホテルで開かれ会議の運営がデラックス化した。この時500人をこえる参加者があり、参加国（自由圏のみ）の数からも国際会議の名にふさわしくなった。今回の第4回東京会議の特色は、自由圏のみならず、ソ連・東欧圏からの積極的な参加を得て、全世界的（18ヶ国）な国際会議を構成したことである。第2はスローガン“人間の時代とロボット”を掲げたことである。参加者は300数十名であつた。そしてその内容については、第1回の性格が、かなり伝えられている。

以上の記録のみでは、まだISIRIの位置づけは不明確である。そこで関連の他の会議の特長を略記してみよう。

相対的に歴史の古いのは Inter. Symp. on External Control of Human Extremities (ETAN) である。これは第1回が1962年に開かれ、本年8月に第5回が開かれる。人工の手足の医療への応用を主題とする会議である。臨床的色彩もある。回を重ねるにつれ、ロボット関係の数もふえている。参加者は毎回100名前後である。Inter. Joint Conference on Artificial Intelligence (AI)は計算機科学からのロボットへのアプローチが主題である。短的にいうと人工の目のソフト開発が中心テーマということになる。参加者は500名の規模である。大学院ドクタレベルの新進気鋭が多い。Conference on Remotely Manned Systems (RMS)はアメリカ国内会議であるが、宇宙開発への操縦型ロボット開発を主題としており、NASAが主催する。会合はセミクローズに近い。Symp. on Theory and Practice of Robots and Manipulators (Romansy)は機械工学的側面からのロボットへのアプローチグループであり、論文数が制限され、参加定員を70名前後に限定している。そういう意味から一種のセミクローズである。

これらの中で、シンポジウムと呼んでいるのはETAN, Romansy それにISIRIである。同じくシンポジウムと名付けても、かなり体格に相異があることに気付く。

体格と性格とは相関が強いから、一方は他方を規定してしまうともいえる。

300～500人が集まるシンポジウムと100人とか50人が集まるそれとでは、同じくシンポジウムといつても異質である。300人のそれに50人のその性格を期待できないし、逆もまた真なのである。

これだけ周囲を固めておいてISIRの位置を確認するならば、それは開発研究者およびメーカーとユーザとの交流の場である、というのが私の受けとり方である。それゆえ、ここではハードウェアについての議論だけでなく、アプリケーションソフトウェアに関するペーパーが重要な役割をこなっており、そういった研究を活発にするための場であるとも思う。

最後にひとこと。今回のシンポジウムのふたをあけてみて、スローガンと内容が一致しないのではないかという議論がなかつたわけではない。けれども、スローガンというのは目標値であり、一つの指針であつて、それがあつることによつて大きくコースからはずれることはない、そういったものなのでないか。その意味から、このスローガンはISIRのバックボーンとして、今後ともそれを失わないようにあつてほしいと願つてもいるのである。

### 国際産業用ロボットシンポジウムの運営について

実行委員長 長谷川幸男

SOBIMの本年度の事業の一つである産業用ロボットの国際シンポジウムが無事に終つた。

この東京シンポジウムを当学会と日本産業用ロボット工業会で共催しようと決めたのは、更に2年余り前のことであつた。当時はオイルショックのような事態が起こるとは全く予期して居らず、経済情勢の急降下に関係者一同大変苦慮させられたが、御蔭様で赤字に苦しまずに済ませられたのは、SOBIM 会員の皆様方の御支援の賜と深謝している次第である。

さて、主催者の立場でお稽立を担当させていただいた一員として、今後の参考のためにシンポジウムの運営について気が付いたことを二三挙げてみることにしよう。

先ず良かった点としては：“Human Age and Robot”（日本語では“人間尊重の時代とロボット”）というスローガンを今回から打出して、このテーマのもとにパネルディスカッションも行った。これで Economic Animal Japan のイメージ解消にも若干役立つのではないと思われる。

関係各国に National coordinator という窓口役の人を決めてお願いしたこと。これは今後この分野における国際協力のネットワークをつくる予備段階の意味を持つものと思われる。そしてこのために東欧圏からの積極的な参加が得られたのは画期的なことであつた。

提出論文は 43 篇で、39 論文の口頭発表が行われたが、内容的には質・量ともに過去 3 回を上回る、もつとも充実したものになつたと各国からの参加者は評価してくれた。主催国でもあるために、日本からの発表は 18 篇と半分近くを占めたが、質的には海外のレベルに勝るとも劣らぬものが多く、日本におけるこの分野の層の厚みを諸外国に印象付けた。

内容を大別すると、アプローチやフィロソフィーを含むソフトウェア的なもの、ハードウェアの研究成果や製品紹介的なもの、実施例の紹介的なもの、ということになるが、実施例の場合でも、特に日本からのものには月並なものを避けて研究の成果を世に問う姿勢のものが多かつたのは好ましかつた。

これらを考え合せると、ロボットの分野は国際的な活動で日本が名実共に主導権を握ることのできる、貴重な分野のひとつであるように思われる。

つぎに検討を要する点として：シンポジウムという催しの本来の意味について、いま少し掘下げて考える必要があるように思われる。

シカゴやチューリッヒで開催された前 2 回の場合もそうであつたが、日本からの出席者は総じて若手の研究者や技術者が多く、しかも毎回顔触れの変る場合が多かつた。すなわち、日本の社会通念ではシンポジウムは若手研究者や技術者のアカデミックな実績稼ぎの場であるという印象が強かつたが、諸外国から毎回多数の同じ顔の企業のトップや研究機関の責任者が参加しているのと対照的であつた。特に欧米諸国の人びとの意識からすればシンポジウムは研究発表と同時に研究分野を同じくする同志的な間柄の懇親と情報交換、更には将来

の研究協力の手掛りをつかむ場のように理解されるのだが、日本からも今後若手と同時に年配組の積極的な参加が期待される。

スローガンに関連して、更に基本的なディスカッションが望まれる。このシンポジウムで毎回指摘されることなのだが、言わばロボット肯定派である研究者やメーカーの技術者の他に、ユーザーやロボットによつて影響を受ける労働者、更には社会学者などにも参加を得て、人類のためにロボットが果たすべき役割であるとか、どんな仕事をロボット化すべきか、ロボット時代に備えてどんな対応策を考えておくべきかなど、論議すべき多くの問題が残されているように思われる。わが国でも既に1工場で1200台のロボットが設置され更に1日1台の割合で増設が行われている状況を想うにつけても、そのような必要性は看過出来ないように思われる。一方山陽新幹線のトンネル工事等で既に500名の死亡者が出ているという恐るべき現実には、人間に代つて危険作業を担当すべきロボットの社会的使命の重さを認識させてくれる。

シンポジウムに付随して、ロボットショーや、外国からの参加者のための見学会等も行われたが、おしなべて、このような行事を主催する際の日本人の組織力には100名余り参加した外国人も一様に高い評価をしてくれたようである。わが国のこの分野における国際活動も多くの試行錯誤の積重ねによつて本格化してゆくものと思われる。

#### 第4回国際産業用ロボット・シンポジウムの裏方としての感想

論文部会主査 尾崎省太郎

#### CAIR

凡用のコンピュータを産業用ロボットの制御装置として使用している実用例の発表されを第4回国際産業用ロボット・シンポジウム（次以ISISIRと記す）であつた。そのためか、産業用ロボットの先駆者であるユニマートのエンゲルバーガ社長は、方針の変更を出していた。アンチ・コンピュータ派であるといわれる彼氏のつらい所であつたらしい。その彼が、今後産業用ロボットは「伸びない」といつた真意はどこにあつたのであろうか。

後発メーカーといえるヨーロッパで、空気圧（シリンダ）と電気、メカを組合せた面白いアクチュエータを発表していた。センサ関係を含め、この世界ではまだまだ使い易い、かつ信頼性のあるものは少ない。これまでの他方面で使われていたものをそのまま持ち込むことでは、産業用ロボットという特性を生ずことはできないのであろう。

全般的な利用分野、技術的なことなどは、他の方によつて示されていることでもあろう。ここでは、裏方として約1年、論文関係ということで発表プログラム作成、当日の進行時計係であつた筆者の感想をのべさせていただく。学問、技術、経済的な話ではない。

#### 立場の差

1973年4th ISIR総合委員会が作られた。この総合委員会なるものも実際の運営という面ではその性格は不明である。結果として赤字を来さなかつたが、資金的なバックのないISIR運営上、赤字になつたときの対策委員という意味が強かつたのであろうか。

実行委員会として、五つの主査と長谷川教授を委員長とする委員会が作られた。筆者はその論文部会主査であつた。第1回目のサーキュラの作る時、テーマ設定を行なつた。いわく“Human Age and Robots.”。このスローガンに従つた論文は集まつたであらうか。否であつたと思う。この“and”“by”“on”がよいなど、だい分あとあとでも他人からもめていた。日本語でいう時“人間の時代とロボット”ということになつていたが、“ロボットによる人間の時代”“ロボットによつて作られる人間の時代”という方が良いのではないか。という哲学的な話において。

日本人にとつて、国際集会というものは、それも日本で開かれるものはどのような位置づけするかで意見が分れる。第1は日本人以外の発表を主にせよ、とする考えである。第2は、その逆の日本人の発表を主にせよ、である。

第1の立場は、海外にまで出掛けていくのは大変だから、日本国内という旅費(?)のかからない形で、日本人以外の話を聞こうじやないか、とするものである。この考に従うなら、日本人以外の発表者は招待というユニアンスになる。

第2の考え方は、日本人が海外に出かけて行くのは、費用の面で大変なので、数は少なくなるかも知れないが海外の人に日本の姿を大いに見せようではないか、とするものである。プロシーディングの形で、そのペーパーは記述され残されるのであるから、世界に対する発表の機会が増そうとする考えである。

このようなことが話題になること自体が、日本という国（または人）の国際性のないことを示すことでもあろう。しかし、今回の場合も、出席するといつていて、ついには金がなくて来れなくなつた人も多かつた。ということは、日本という国の地理的位置が、やはり遠いということになるのであろう。

ペーパー・コールは日本の方々に対してなれば意識的に行なわたかつた。それでも約半数は日本人による発表になつてしまつた。この結果はいずれの立場（考え方）を示すことになるのであろう。そして、日本人以外の人、日本の発表内容の優秀さが賞賛された。それもいずれを意味することになるだろうか。

#### 規 定

費用のこともあり、提出されたものを直接写真印刷するオフセット方式を採用した。となると、仕上りの面から原稿をるものフォームは統一せざるをえない。ところが守つてくれないのだから頭にくる。

当方の失敗も一あつたことを認める。それは行間のあけ方である。バイカによる Double Space ということにした。バイカより少し小さいエリートの文字がある。このエリートで Single Space のものの仕上り論文を読んだことがある。（仕上りでは原稿より縮小されるのが普通であることを含まれたい）。としを取ると、どうも読みづらい。1頁当りのワード数は少なくなるが、ということで、バイカのタイプライタ文字によるダブル・スペースとした。結論は、Single と Double の中間のスペーシングが良かつたということである。もし今後このようなプランニングをされる方のためにと、感想を書かせていただく。

われわれ日本人であると、学会などのオフセット用原稿は（手書きであれ、タイプライタを使い場合であれ、）日本文字という字数を明確に定めることができる。そして、原稿用紙という「マスメ」の明示されたものを使う。ところが、英語などでは、ワード数をもし決めたとしても、長さの定められている1

行に何ワード入るかば、まったく不明である。ということは、日本文的な原稿用紙を作ることができない。

規定の枚数を越えたが、俺のペーパーは有意義なのだから（あちらの人は、こういうツウツウしい所がある）縮めてはならない。という指定つきのものもあつた。所が、1行の左右の長さは、こちらの指定したもの（原稿用紙は枠つきで送付した）より短い。左右一杯にするだけで、オーバ分は規定枚数中に吸収できてしまった。

全文タイピングを行なつたものは4件あつたと思う。そして、上下を一杯にするという切りはぎを10件は行なつた。1ペーパー10頁のつもりであつたから、集つた44件では440頁のはずである。所が518頁になつたのだから、オーバということを知つていただけよう。200万円のつもりが300万円になつたのだから困つた。もしロハの作業をしなかつたら、と恐しくなる。

発表内容に対し、オリジナリティは必要なしとした。すなわち、過去の発表もOKというわけである。しかし、いくら過去の発表済みもOKとはいえ、同じ一連のこのシンポジウムの前回発表を持ち込む神経は理解に苦しむ。日本をナメているとしかいえない。

ノッテングム大学（英国）がメインになつて、英国内ロボット会議を開いている。国際とはいわれないまでも、それに近い。第6回目のISIRをその第3回目と同一名で行なおうとしている所からも、同類とみることができる。したがつてやはりその会議に出たものをそつくりでは腹が立つ。

### 疎 通

「ロボットは権読みしかできたいが、人間は説明をすることができる。」として、各スピーカにはスピーチのコメントを送つた。皮肉な表現でつることは認める。しかし、ブローチングの原稿を権読みされたのでは、聞いている意味けないと考えたからである。

どのような発表会でも感ずることであるが、時間配分の下手な人が多い。話術屋ではないのだから、話法が下手なのは仕方がない。しかし、自分のやつたことを強調しているつもりなのでちろろが、本人の考へている大切な所を

説明すればする程、実は聞いている人の意識は薄れていく。強調はくどい説明ではない。

運営者側からみると、時間を守ってくれないのが一番困る。初めにの人に時間をくわれて、後の日程時間が無くなるなどは、最大の失礼である。発表者としての資格がない（道徳的意味で）としてもよいであろう。

連日約300名の出席者があつた。これは同時通訳の方の最大のオドロキであつたらしい。初日の交通機関のストライキにぶつかつてしまつた。200名も集まればとオーバぎみに用意した昼食が足りなくなつた。約10万円分の昼食は残ると考えたのに。会場であるホテル側も、大きな収入があつたことになる。

同時通訳の方の感想に、いくら上手な英語を話すとはいえ、日本人が英語で発表するのは、われわれ通訳をどう考えるのだ、といつていた。4人居た通訳の方が全員上手であつたとは思わない。しかし、そのプライドは買えると思う。

自動化システムにおける“人間化”という表現を聞かされて何か分らなくなつてしまつた。仕方がないので意識的に英語の方を聞いていた。左の耳で英語右の耳で日本語をと、同時に聞くのは、文章的内容がぜんぜん分らなくなるものである。この“ニンゲンカ”はどうやら“Humanization”らしかつた。とすると、非人間的作業から人間を開放する、人間性回復、人間性の強調、ということになると思う。そう再度積することで、同時通訳の日本語も分るよになつた。

ここでは、この一つの例しか示さなかつたが、これ以外にも多くあつたと思う。異種語間の意志の疎通は、本当にあるのだろうか。

まだ真のロボットはこの世にないと考えている。しかし、その幼稚なものであれ、人間生活をサポートする道具として、ロボットを育てていきたいと考える。



## 第4回国際産業用ロボット・シンポジウムに出席して

座長 佐藤孝平

最近のように国際的な情報交換が活発になると、国内に居ても諸外国の研究開発の内容は迅速に知ることが出来ますが、論文など出版物に頼って居ると、海外の専門家がそのテーマを取り上げるに至った背景とか、彼等が最終的にどのような事を狙って居るかなどについて、正確に把握出来ない場合が少なくありません。国際会議に出席する大きなmeritの一つは、彼等との直接のcontactを通じてこれらの点をより深く理解する機会を得るというにあります。

11月19日から3日間東京プリンスホテルで開かれた、第4回国際産業用ロボット・シンポジウムには、国内から276名、諸外国から110人の専門家が集り、44編の論文が提出され、報告と活発な討論が行われました。また会議場外に於ける交歓・意見交換も盛んでした。これらを通じて各国のロボット技術およびロボット産業をめぐる周囲状況を知り、あるいはこの分野の人々の抱く共通の悩みを理解し合うなど、会議の出席者は得るところが非常に大きかったと思います。

各国の様子を知る機会の一つは2日目午後のパネルディスカッションでした。パネルは今回のシンポジウムのスローガンである“human age and robot”をテーマとして、日、米、英、独、スエーデン、ハンガリーからのパネリストを中心に行われました。司会したJIRA（日本産業用ロボット工業会）の米本専務理事から報告された日本の開発計画は外国人には相当野心的に見えたように感じました。また場内からの発言の内にも、日本の開発体制、あるいはロボット利用方式を評価した意見も出ていました。一方諸外国の姿勢はいづれも慎重のように感じられました。最後にEngelbergerが立って、「ロボット産業は試練の時を迎えようとしている。」と発言したことは、Unimation社の社長という彼の立場を考えると、十分注目しなければならないでしょう。これを受けてノッテンガム大学のHeginbotham教授も世界経済成長の鈍化・限界の点からこれに同調する発言をしています。このような考え方が我が国でもそのまま受け入れられるか否かは別として、十分留意せざるを得ないでしょう。

私は国際産業用ロボットシンポジウムに出席するのは始めてであり、また今回も会期中皆勤したわけではありませんので、シンポジウム全体の流れを正確に把握したとは云えないかも知れませんが、感じた所を2・3述べて見ます。まず産業用にロボットといえどもかつての盲目的な繰り返し型ではなく簡単な視覚や、force feed back 機能を具えたものの開発が進められつゝあります。これらの多くは大学・研究所で行われていますが、日本の民間企業からもいくつか報告されました。次にロボットを含む生産工程が身近な問題として検討され、いろいろの面からの評価が試みられて居ます。先にのべた感覚器管をもつロボットの経済性なども論議の対象にされたものの一つです。第3にはロボット乃至ロボットシステムの制御運転の中核として、電算機、特にミニコンの導入が拡がって居ます。これは当然予想されたことですが、それがはっきりと新しい流れになって来ています。したがって今后はロボット運転用のソフトウェア、マン・マシン・インターフェースなどの問題がクローズ・アップされて来るものと思われます。

最後にシンポジウムの運営委員としてタッチした仕事について述べます。このシンポジウムは1971年以来、第1・2回がシカゴ、第3回がチュリッヒで開催されました。並行して産業ロボットの国際見本市を行うのが慣例になって居ます。今回もシンポジウムと並行して、隋海で見本市が行われました。前者はSOBIMとJIRAが共催し、加藤教授が採配を振るわれ、米本氏始め、各委員および、事務を担当したJIRAの方々がお手伝いしたわけです。幸にして盛会裡に終了し、第5回(シカゴ)第6回(ノッティングム)の開催地を決定したわけですが、新しい技術分野であるため、このシンポジウムをsupportする国際的な組織が明確さを欠く点があったように感じました。このため準備の過程で、海外との連絡などの点でもどかしさを感じました。これはシンポジウムを発展させる上での残された問題でしょう。

## Proc. 4th ISIRから見たロボット研究の動向

座長 梅谷陽二

シンポジウムの会議録, Proc. 4th Int'l. Symp. on Industrial Robots, に収録された論文計44篇を通覧して得られた感想を述べてみたい。44篇のうち17カ国の外国から寄せられたものは24篇, 国内からは20篇である。シンポジウム当日はセッションごとに分類され発表されたが, セッションの分け方とは別の観点から, 次のように内容分けしてみよう。

- ① ロボットの応用分野, 適用性, 経済性に関する論文…………… 11 篇
- ② 未来のロボットに関する技術的問題の論文…………… 5 "
- ③ 視覚をもつロボットの論文…………… 5 "
- ④ 触覚をもつロボットの論文…………… 2 "
- ⑤ コンピュータ制御されたロボットに関する論文…………… 5 "
- ⑥ 腕機構やグripperのメカニズムを扱った論文…………… 2 "
- ⑦ 具体的な応用例…………… 14 "

この分類に従うと, ⑦具体的な応用例を扱った現状報告が前回までのシンポジウムと同様に多く見られる。がしかし未来の応用性を追求する論文と見なし得る①および②が合計16篇もあることは一つの特色である。すなわち, どの論文でも工業用ロボットの必要性和有用性は十分に認識しながらも, 具体的なアプリケーションとその技術については十分でないことを指摘していたが, そのことがこの数字となって表われているように思える。

つぎに今回のシンポジウムの大きな成果と思われる傾向は, ③④⑤に代表される論文, 計12篇の存在に示されている。これらの論文は, 工業用ロボットに知能性を附加することの必然性を示しているもので, いわばロボットをサイバネティック・マシンと考えてゆこうとする立場である。Proceedingsの序文にも書かれているように, 工業用ロボットのneedsは省力化と労働・作業の質の向上にある。となれば人間労働の代替機械としてのロボットに, 触覚, 視覚などの感覚器官を附与し, コンピュータを用いた情報処理機能を持たせる試みは, 単なるアカデミックな興味ではなく真に工業用ロボットをロボット化

するための seeds であるはずである。取扱うべき物体を認識し、把握作業の compatibility を拡大し、作業全体のシステム的な統一と協調をはかることによって、工業用ロボットが生産現場に駆使される資格を得ると言っても過言ではない。単純くり返し形のマニピュレータから知能的ハンドリングマシンに脱皮する未来の姿を、この12篇の論文から感じとることができよう。今回のシンポジウムのスローガン “The Human Age and Robots” は空文ではなかったか、と言う向きもあるが、ロボットの知能化を主張する論文の登場によって、間接的にはあるが Human Age における一つの姿が浮き彫りにされた、と筆者は見る。

### Human Age and Robot

パネラ 森 政 弘

今回の第4回国際産業用ロボット会議のパネル討論会へパネラとして出席した時の自分の発言内容の要点を下記にまとめておきたい。

真の Human Age とは何か

#### 1. はじめに

産業用ロボットの開発が盛になってきたことは喜ばしい。だが、こんごどうあるべきだろうか。人間の福祉とは何か。人間的なロボットの使用とは何かを考えてみたい。工業用ロボットの採用に際して、単調労働は人間的でないからロボットに肩代りさせようという。危険作業は人間がやるべきではないからロボットにさせようとの意見がある。また、人手不足に対処するためとか、高賃金でやりきれないからとかそれぞれの理由があげられている。これらは常識的にはいちおうもつともだ。ここであえて常識的にはと言った点に注意をしていただきたい。つまりこのような考え方だけでは Human Age を考えるには不完全であるといいたいのである。

#### 2. 常識的な善の求め方では不完全

仏教の中のたとえ話しの一つにこんなものがある。ある青年が美女をほしがっ

ていた。探し求めているうちに非常に美しい、非のうちどころのない美女が現われた。その青年は早速プロポーズして一緒に住むことになりかけたのだが、その美女がある条件を出した。その条件というのは「じつは私に一人の妹がいます。その妹をぜひ同居させてください」ということだった。青年は美女にほれほれしている時だったので文句なしに快諾した。ところが、美女がその妹をつれて青年の家に来てきて、青年は腰を抜かした。その妹の不美人さ、みにくさときたらまさにヘドをはくようなものだった、というのである。

われわれが常識的な意味で善（つまり美女）を求めると、かならず同時に悪（不美人の妹）がくっついてきてしまうのです。科学技術が善だと信じてやってきた結果が今日の状況であることを考えれば、このことはすぐなっとくがゆくはずである。

人間は善を求めるものであって、はじめから悪を求める人間はないでしょう。あるとすれば、それは鬼であって人間ではないのです。問題は人間の求める善というものが小さくて狭い善——たとえば、自分さえよければとか、自分の会社だけよければとか、自分の国さえよくなればといった、しかもそれらが現在だけよければといった——視野の狭い近視眼的な善であるという点です。文明の進んだ今日では、はじめから悪いことをしようとする鬼がもたらす悪が問題なのではありません。善を求める人間が、智慧の不足によって不用意にもたらす悪こそが大問題なのです。

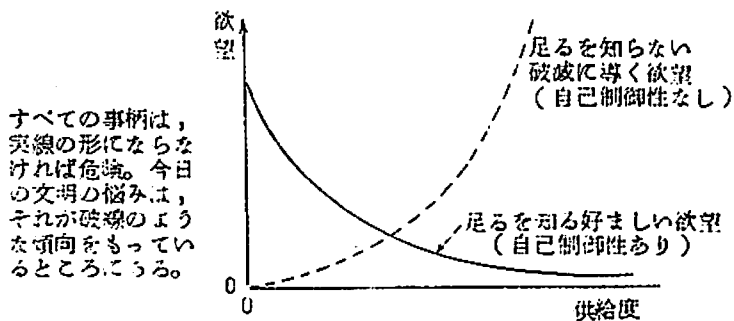
最近コンピュータのキーボードを押すという職業——キーバンチャーとか銀行や郵便局の窓口——が非常に増えてきました。その結果、指から首や肩にかけての整形外科的な職業病が方々に発生してきたのです。これを分析したあげく意外な結果に驚かされたのです。それは、はげしくひんばんにキーを押す人よりも、どちらかといえば、キーを押す回数の少ない労働者にその病気がたくさん発生しているという事実です。いろいろの調査のすえ、どうやら「自分はこれでめしを食っているんだ」とか「私はキーバンチのスピードでは誰にも負けないわよ」とかいったいわゆるプロ意識とかプライドを持っている人はほとんどこの病気に罹っておらず、「いやいややらされている」という被害者意

識の強い人にこの病気が多いということがわかってきたのです。

さてこうなると、ロボットによって人間を重労働や危険な作業から開放するというのが Human ASe and Robot の姿勢ではないといわなければなりません。もちろん重労働や危険作業からの解放は必要です。だがそこにきっと上記のとたとえ話の不美人の妹が現われるでしょう。軽い労働であっても、いやいややれば病気にかかり、まったく危険のない生活では、人間はグータラペーに墮落してしまうでしょう。人間には、ある意味での真険勝負が必要なのです。真険勝負なしには人間は立派に育ちません。

### 3. 錯覚をとり除いて主観を整える

それなら、どうすればよいのでしょうか。現代の文明社会の現象は人間とその人間が作りだした機械との掛算、いわゆる Man-Machine System としての挙動であります。上記の美人と不美人は、じつは一人の人間であって、姉と妹というふうな別々な人間としてとらえてはいけません。ひとつのナイフにも美人の面と不美人の面との二面があります。美人とは人を救うメス、不美人とは殺害するドスです。同じ人間の肉を切る刃物にもこのような善悪がつきまどっているのです。



「心の錯覚をとり払って主観を正しくととのえよ」これが根本です。

主観を正しくととのえるための第一は、欲望の Control です。欲望には図のように二種類あります。右下りのカーブは、われわれの食欲のように、満たされると欲望がなくなる安定なカーブ、右上りの方は、ものが得られれば得ら

れるほど欲望がエスカレートする不安定なカーブです。これまでの少品種多量生産は、社会にこの右上りの爆発カーブをもたらし、有限な地球の破滅を警告してくれました。なんとかして、すべての人々の欲望を、不平不満のつる右上りのカーブから、満足感の出る右下りのカーブへと制御しなおさなければならぬと思います。われわれロボットの専門家は同時に制御の専門家のはずであります。ゆえに心の制御はわれわれのものなのです。人間の心の制御なしには、どのような立派なロボットも必ず悪をもたらすものです。

主観を正しくととのえるための第二はエゴ（我）を徹底的にとり去ることです。「エゴは錯覚である。」これが仏教の大切な教えの一つです。今日は、ひとりびとりの個人があるいはひとつひとつの団体が、自分の権利を主張することばかりに熱心で、利己一点張りの生き方に執着していることが、どんなに人間と人間の魂の結び付きを脆くし、人間社会の美しさ、楽しさを弱めていることでしょう。現代人は、自分だけが幸福になろうと望むために、かえって自分を不幸におとしめているのです。このことをよくよく考え直し、自分が幸福になるためには、世の中を幸福にしなければならぬのだということに、早く気がついてほしいものです。それでないに、人間はいつまでも救われることはないでしょう。

この無我の考えを徹底させると、自分と他人という人間同志だけでなく、人間と他のすべての存在との間に、自他一体感がわいてきます。われわれは、ロボットをわれわれ自身と思わなくてはなりません。「人間のエゴのために、他の生物や、他の存在をいためつけるようでは人間ではないのです。」すべての存在は調和して、互に生かし生かされるべきでありましょう。無我の人間が作るロボット、無我の人間が使うロボット。これこそ Robot in Human Age です。

研究速報

動力義手運動方向決定のための  
筋電位パターン識別システム

赤沢堅造，白永松夫，藤井克彦（大阪大学工学部）

1. まえがき

動力義手の制御方式は大別して，各自由度を個別に制御する個別制御と全体の自由度をある一つの目的のもとに協調的に同時制御する目的制御方式の二つがある。筋電位を制御信号として用いる場合，自由度が増大すると個別制御では対応し切れなくなる。Wirta ら（*続人間の手足の制御*，学献社，225頁）の開発した目的制御方式は高位欠損者に対する多自由度義手制御システムの今後の方向を示唆しているように思える。すなわち上肢の位置，方向ぎめに伴って上腕，肩，胸，背の筋が協調的に活動することに着目し，これらの筋の筋電位パターン（協調筋電位パターン）をパターン認識回路を用いて識別することによって義手の位置，方向ぎめを行なわせている。パターン認識回路が大きくて現段階では実用化には問題があるが，計算機は小型軽量化の趨勢にあって，ハードウェアの問題はいずれ解決されると思われる。むしろ，パターン認識回路の構成，人間と機械との対話方式の構成などのソフトウェアの開発が緊急の課題のように思える。

筆者等も Wirta らの研究に刺激され，第一ステップとして上肢の運動方向決定のための筋電位パターン識別システムの開発を進めている。すなわち，上腕切断者を想定し（二頭筋，三頭筋，三角筋の筋電信号検出不可能と仮定），残存の胸部，背部の筋より誘導した多チャンネルの筋電位協調パターンを識別し，上肢の運動方向を決定するシステムである。現在リアルタイムの実験が出来始めたところでまだ十分な結果は得られていない。皆様の御批判，御教示をいただければと思ひ。報告する次第である。

2. 実験システムと結果



図 1 に実験システムの概略を示す。本実験では、胸部の大胸筋、背部の僧帽筋上部、僧帽筋下部に表面電極を装置し、3チャンネルの筋電信号を検出している。筋電信号を整流積分して得られる信号の振幅が筋収縮力とほぼ比例関係にあることから、全波整流、平滑化（バックラッシュ）を行なう。この処理された信号を A/D 変換し、ボタン分類のための入力ボタンに用いる。ボタン分類機は線形識別関数を用いた学習機械である。ここでは、静止、肩の上方、内側斜前方、後方への運動の 5 つの動作を、それぞれの動作時の筋電位ボタンを用いて分類する。この各動作を右手の停止、上方、下方、前方、後方への移動に対応させる。ここでは垂直平面内の運動を想定し、そのために最低限必要なこの 5 つの移動方向を考えている。

実験の手順について簡単に述べる。第一ステップはボタン分類機の荷重決定である。被験者は上述の 5 つの動作を何回か繰り返す、そのときの筋電信号をボタン分類機の訓練用ボタンとして用いる。本実験では各動作を 5 回づつ繰り返している。なお被験者が手動スイッチを押すことによりコントロールパルスが発生し、これより 2.4 秒間の筋電位信号がボタン分類に用いられる。入力ボタンの成分は 24 個（筋電信号 1 チャンネル当り 8 個）とした。第二ステップが本番であり、図 2 にそのフローチャートを示す。目標位置と義手の現在位置をグラフィック・ディスプレイ上にスポットで表示し、被験者にフィードバックしている。被験者は上述の 5 つの動作を適当に組み合わせて移動方向を決定し目標位置まで義手を移動させる。なお移動速度は一定としている。図 3 に実験結果の一例を示す。 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$  はそれぞれ水平方向、垂直方向の目標位置と義手の位置との差を示す。図 3 の初期状態として目標位置は斜め下前方にある。

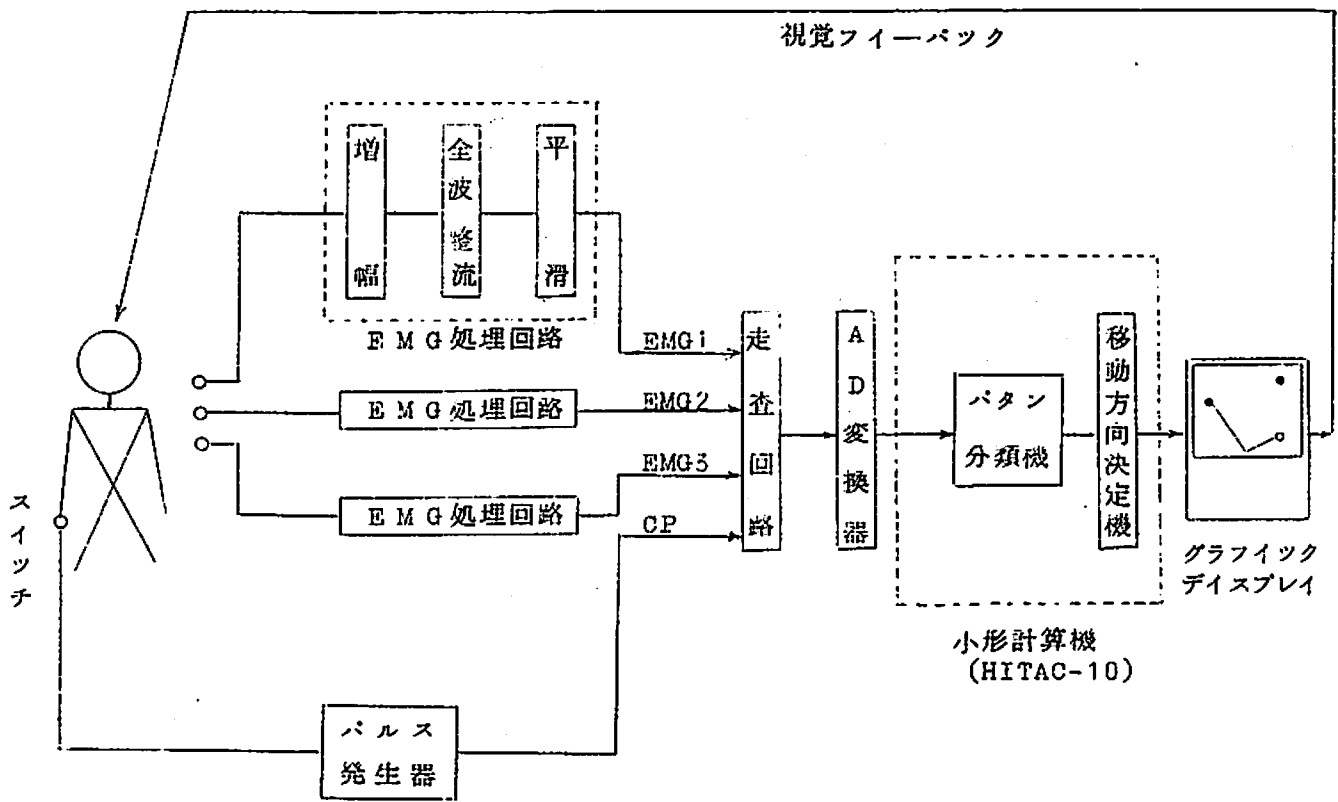


図1 実験システムの構成

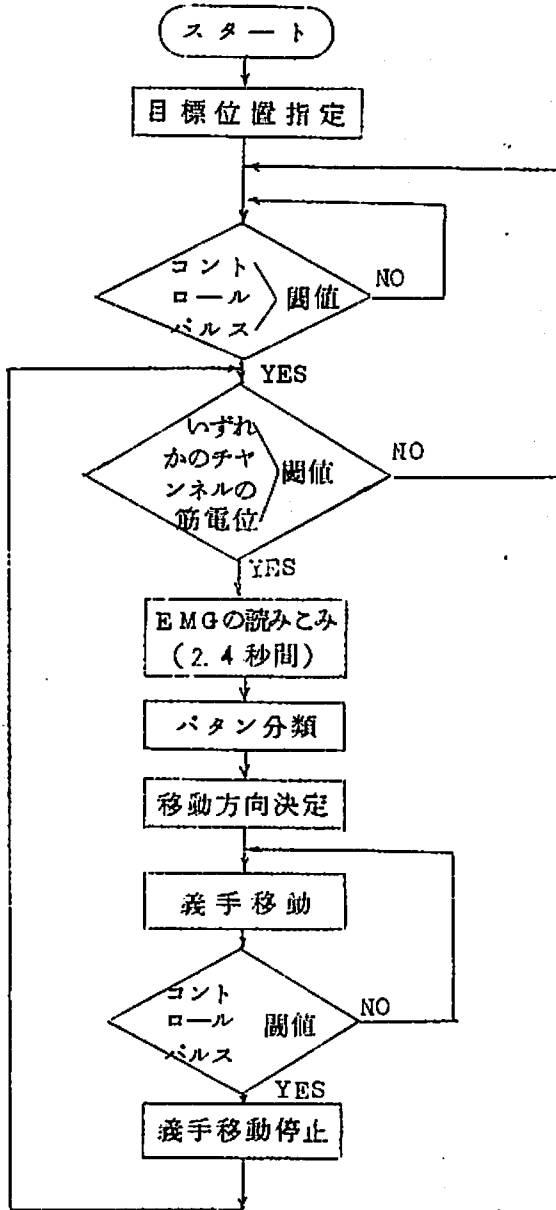


図2 フローチャート

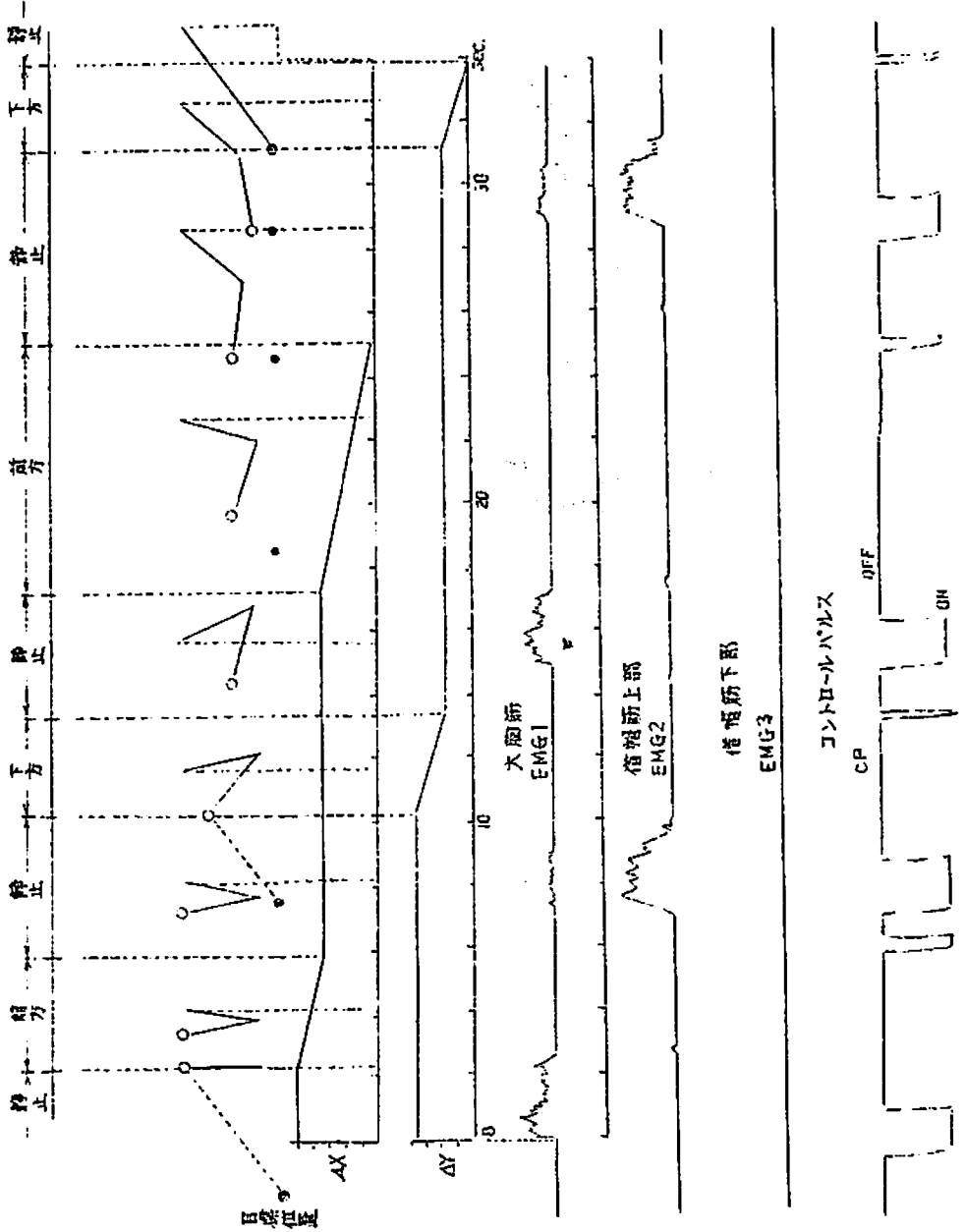


図3 実験結果

バイオメカニズム学会

SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

国際会議

SECOND ANNOUNCEMENT

THE FIFTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON  
EXTERNAL CONTROL OF HUMAN EXTREMITIES

AUGUST 25 - 30, 1975

DUBROVNIK, YUGOSLAVIA

Organized by:

YUGOSLAV COMMITTEE FOR ELECTRONICS AND AUTOMATION

P.O. Box 356 11001 Beograd YUGOSLAVIA

PURPOSE

The purpose of the Symposium is to bring together prominent investigators in the field in order to stimulate an exchange of opinions and experiences. Traditionally, the Symposium has been concerned with the state of the art, recent achievements and development in the field of orthotics, prosthetics, manipulators, functional stimulation and robotics.

The Symposium proceedings will be available to the participants at the Symposium.

TOPICS

1. General considerations
2. Control of upper limb prostheses and orthoses
3. Control of lower limb prostheses and orthoses
4. Functional stimulation of human extremities

5. Manipulators and legged locomotion systems
6. Actuators, stimulators, transducers, detectors etc.

#### SYMPOSIUM ACTIVITIES

On the basis of previous experience the organizing committee has decided to introduce new forms in the work of the Symposium in hope of enhancing more direct contacts among participants.

Papers will be presented only at two parallel morning sessions. The afternoon sessions are reserved for round table and informal discussions, presentation of films and equipment.

Separate exhibition space will be reserved for commercially available equipment. Manufacturers and others interested in exhibiting their products should apply for detailed information.

#### CALL FOR PAPERS

Authors willing to submit papers are kindly requested to send abstracts not exceeding one page of typewritten text (English only) by February 1, 1975. Manuscripts must be written in the form specified by the INSTRUCTIONS FOR AUTHORS. Papers will be accepted by the Symposium scientific committee. Acceptance information will be sent to authors not later than March 15, 1975.

#### TIME — TABLE

バイオメカニズム学会

SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

February 1, 1975      Deadline for submission of abstracts  
                            (10日前後のおくれは可能性があります)  
March 15, 1975        Acceptance information  
May 15, 1975         Deadline for submission of manuscripts  
August 25 — 30, 1975 The Fifth International Symposium on  
                            External Control of Human Extremities

#### TIME AND PLACE

The Fifth International Symposium on External Control of Human Extremities will be held from August 25 to August 30 1975.

Dubrovnik, world-famous for its beauty and hospitality, is the traditional host of the symposium. The activities of the Symposium will take place in the pleasant environment of the Art Gallery (45, Frana Supila St., 50,000 Durbovnik).

#### SOCIAL EVENTS

A number of social events will be held for participants. Tours, visits, half-day excursions, cocktail at the beginning and banquet at the closing of the Symposium, are planned.

#### REGISTRATION

The registration fee, covering cocktail, the Symposium Dinner, a short excursion by boat and a volume of the complete Proceedings, is 100\$ US. Fill out the enclosed Symposium Registration Form and mail it together with payment.

to the indicated address. An extra charge for family members, willing to join the excursion and Dinner is 25 US\$ per person.

Registration fees are to be paid in US dollars or will be confirmed.

#### INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

1. Manuscripts (one copy) should be addressed to: Yugoslav Committee for Electronics and Automation (ETAN), The Fifth International Symposium on External Control of Human Extremities, P.O. Box 356, 11001 Beograd, Yugoslavia.
2. The work should be presented concisely and clearly in English.
  - a) Title of paper — this should be concise and written in block letters, underlined.
  - b) Name of author(s) — this should contain the initial and name(s) of the author(s).
  - c) Abstract — this should state concisely the scope of the work and the principal finding, not more than 30 lines in single spacing.
  - d) Paragraphs — beginning of a paragraph should be shifted 15 mm to the right. The title of a paragraph should start from the beginning of allowed width of page.
  - e) Tables — the word Table with the number should be above the table. Tables may have headings.
  - f) Figures and diagrams — The number and brief explanation should be beneath.



g) References — should be indicated in the text by consecutive numbers in parenthesis. Full references in a numbered list at the end of the text. a single spacing between successive references should be given. All references should contain the initial and names of the author(s) of any one paper. the title of journal. volume number. year and first page number. References to book should contain the publishers name and location.

h) Instead of typing the page number. put the number of each sheet near the top with a blue pencil.

3. The length of each manuscript should be limited to 10 typewritten pages with single spacing. including references illustrations. tables. etc. The typing should be done on one margin: 3 cm on the left. 3 cm on top. 2 cm at the bottom. and 15 cm on the right of each page.

a) Typewriter ribbon — black

b) Paper — good quality white bond paper

c) Type faces — normal

SCIENTIFIC COMMITTEE

J.B. Reswick. Rancho Los Amigos Hospital.  
Los Angeles. USA

P.Rabishong. Faculté de Médecine de  
Montpellier. Montpellier. France

V.S. Gurfinkelj. IPPI AN SSSR. Moskva. SSSR  
(invited)

R.M. Kanedi, National Centre for Prosthetics,  
Glasgow, Great Britain

I. Kato, Waseda University, Tokyo, Japan

B. Klasson, Karolinska Hospital, Stockholm, Sweden

R. Tomović, University of Belgrade, Belgrade, Yugoslavia

ORGANIZING COMMITTEE

R. Tomović, Chairman	M. Vukobratovic
M. Vesol	A. Kralj
L. Vodovnik	U. Stanić
M. Gavrilović	

Secretary

Slobodan M. Jauković  
Yugoslav Committee for ETAN  
P.O. Box 356  
11001 Beograd  
Yugoslavia

SPONSORED BY

- Yugoslav Committee for Electronics and Automation (ETAN),  
Beograd
- Republic Community for Scientific Work, S. R. Srbija and  
S. R. Slovenija
- Yugoslav Society for Medical and Biological Engineering
- Rehabilitation Engineering Center, Ljubljana

---

バイオメカニズム学会

SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

---

- ◎No.50でお知らせした First Announcement と Time Table が若干変わっていますので、御注意下さい。
- ◎Registration Form および Hotel Reservation Form の入用の方は事務局まで書信で御請求下さい。

~~~~~  
 技術データ  
 ~~~~~

## 全身のレ線撮影夜話 (8)

## 補 遺

鈴木 裕 祝 (鈴木整形外科)

重心線を記録した全身のレ線撮影を始めて5年余り経った。初期に管球がよく壊れたが、装置に改良を施し管球の寿命が長くなったと書いた直後にまた壊れた。子供の成長の過程を記録しようとし、小学校1年の息子の2方向撮影をし、小学校3年娘の側方撮り直しを行ったとき、バカンというイヤな音を発しておわり。壊れた条件は126KV, 64mAS, 0.1秒で、以来これ以上の条件にしないようにしている。かつては90万円だった管球が140余万円にもなりにかい記録ともなった。

新管球が到着して成人の全身側方レ線撮影を再開したが、管球破損の心配があり、線量 (mAS) に制約があって軟調に仕上げる (線量を多くして現像を短時間とする) ことが難しい。前後方向撮影のとき、腰椎・股関節部に対し足関節部は鉛箔0.1mmtのもの2枚をフィルターとして用いればよいが、側方片脚立ちの場合は0.5mmt相当を要し、鉛箔と銅板を併用している。側方撮影はフィルターの設置場所・量とも前後方向撮影よりはるかに煩雑である。フィルム of 現像処理を自動現像機で行っているからタンク現像のように途中で現像の進行状況を検することができず、現像液の能力管理に苦勞する。等比級数的に曝射したフィルムを小片に切り、一定条件で現像処理し、各段階の濃度を測って現像液の能力を検し、現像液の流量調節を行っているが、時に原因不明の狂いが生じ対策に困ることがある。撮影条件がはっきりしないときは、モデルの最重要部の厚みより1cm少い水深の水槽で120KVの撮影を行い、希望する濃度を得るmASを求めるという方法で極めて良好な結果をあげることが出来るが、何時も好結果をうる訳でなく、ときには黒すぎることもあって、過去のデータも無視できない。四切程度の引伸し印画を作る場合にも、小片の試し焼きの

露光条件より実際には少な目の方がよい結果をうることが多い経験があるが、如何なる理由によるものであらうか。現像処理を通常は 17.5 rpm で行っているが、全身の側方撮影の場合は 5~7 rpm で行い、フィルムの部位で rpm を変えず、現像液の補充量を減している。側方撮影の際、両脚立ち時に比べ、片脚立ちは下岐の部位による身体の厚みの差が大きく、きれいな印画を得るためにレ線フィルムの濃度コントロールが必要で、減力を考えた。写真の減力処方を見ると多くのものがあるが迷う。小西六の感材研究所に問い合わせるとレ線フィルムの濃度 0.3 さげるとは難事らしい。強力な減力を期待し、Famer の処方で行ったが効果がうすい。そこで赤血塩の常温飽和溶液を作り、階段状に照射したテストフィルムを晒して減力の具合を調べてみた。加温すればかなりの効果があることがわかった(図1)。熱い赤血塩溶液を綿球にしませ、部分的減力作業を行ってみたが、減力の効果は殆んどなく、汚いムラがやたらに目立つのみであった。大きな箱にフィルム全部濡けなくてはうまくゆかぬようである。設備を整え再試行を考えているがよい方法を御存じの方は教えてください。

夜話(6)で両脚立ちとすると立側股関節を中心として骨盤が回旋し、回旋方向によっては側方からみたとき重心線が股関節の後方又は前方に移動することを図20に示した。現在までの経験から、前後方向からみたとき、骨盤の回旋で、立側腸骨巾が遊脚側に比べ小さくなる側が多いが、人によっては左右巾が同じことも逆のこともある。努力すれば股関節回旋筋を働かせ骨盤を何れ側に回旋さすことも出来る。片脚起立時緊張する股関節外転筋群のなかで大殿筋と中殿筋の立側股関節に対する回転モーメントの大小で骨盤の回旋が何れになるかきまるものと思われる。この関係を両脚立ちを側方からみたとき重心線が股関節内を通る場合について表1・図2に示す。図2で  $b_1 \sim b_2 \sim b_3$  と便宜的股関節外転筋の位置が順次変遷している。股関節外を通る場合も図2から類推出来る。側方からみて、両脚立ち時股関節内を通る重心線が、片脚立ちで骨盤の回旋により股関節の後方を通る場合、遊脚側に体重の20%の重錘を持って重錘が遊脚股関節の前方にあれば全体の重心線は前方に移動する。股関節力の出来

るだけ単純な解析をめざし、支持機構として働く筋肉を前後方向からみたときは股関節外転筋群のみ、側方からみたときは股関節伸筋群<sup>註1</sup>、又は屈筋群<sup>註2</sup>のみを対象としたが、股関節周囲の全筋肉が複雑な自動制御機構のもとに作用している訳で、筋力の分布は均一でなく広範囲の分布荷重でしかも個体によるバラッキも大きいと考えられる。今まで述べた解析は支持機構の位置として股関節から離れた筋肉を想定しているので関節力は実際より小さく表れていると考えるべきであらう。

註1 股関節伸筋群：大殿筋，半腱様筋，半膜様筋，大腿二頭筋（長頭）

註2 股関節屈筋群：大腰筋，腸骨筋，大腿直筋縫工筋，恥骨筋，長・短内転筋，大内転筋，大腿筋膜張筋等。

表1 側方からみて両脚起立のとき重心線が股関節内を通る場合片脚立による骨盤回旋に関する筋肉と重心線位置の考察

図2 の相 当股 関節	股関節外転筋群の 中で立側股関節に 対し大きな回転モ ーメントを発揮す る筋	前後方向から みたとき遊脚 側腸骨巾に対 する立脚側腸 骨巾	側方からみた ときの立側股 関節に対する 重心線の位置	骨盤回旋に伴う 重心の位置移動 により外転筋の 他股関節に作用 する筋群
a			内	
b <sub>1</sub>	大殿筋	小	後	屈筋群
b <sub>2</sub>	大殿筋二中殿筋	同	内	
b <sub>3</sub>	中殿筋前部	大	前	伸筋群

人工骨頭或は人工関節に歪み計をつけた症例の全身レ線撮影を行い図(2)の計算式の補正係数 $\alpha$ ， $\beta$ を決めることが出来ればレ線的解析も信頼性の高いもの

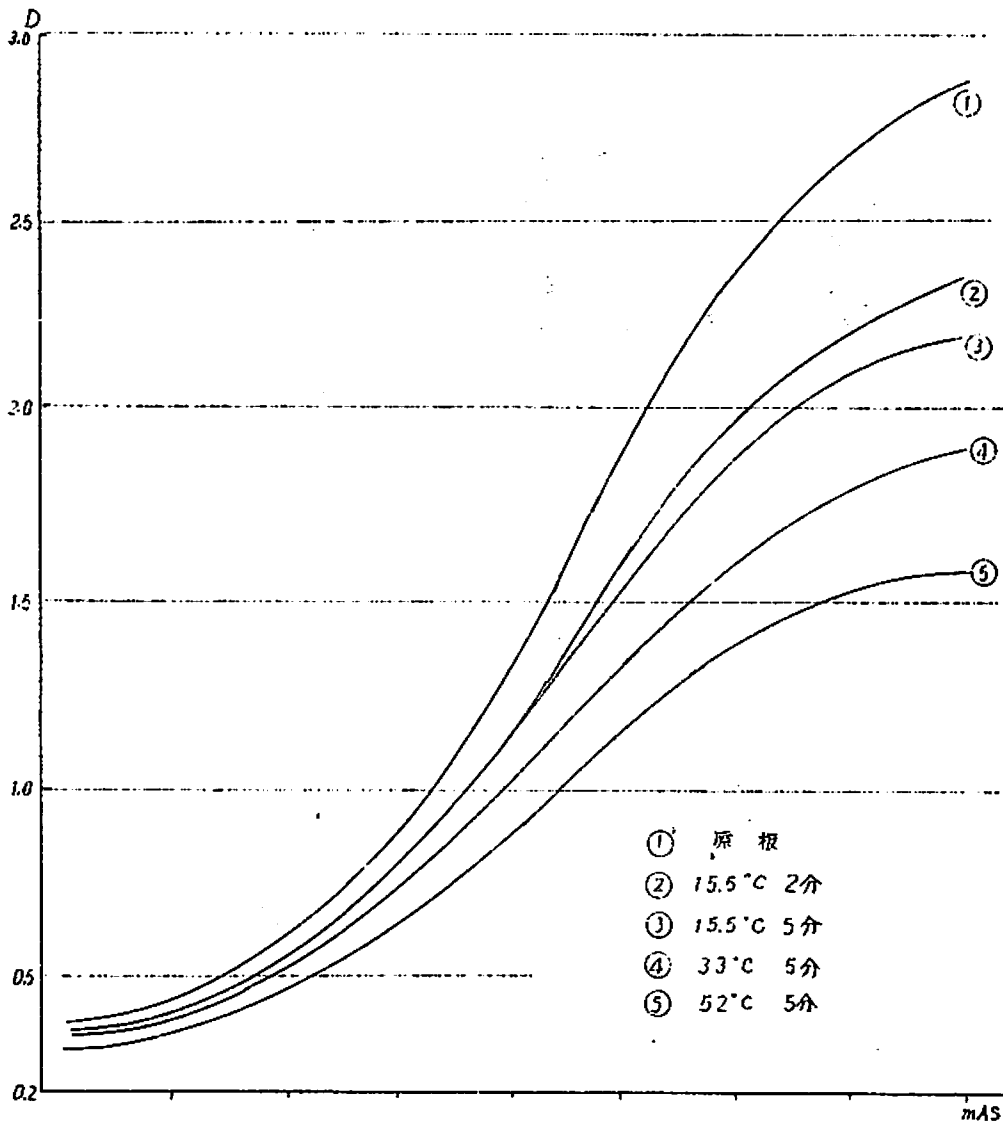


図 1. 常温飽和赤血塩溶液への涵浸条件と減力の関係

側方からみた股関節力の解析

「便宜的股関節力」と  
真の股関節力

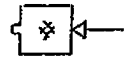
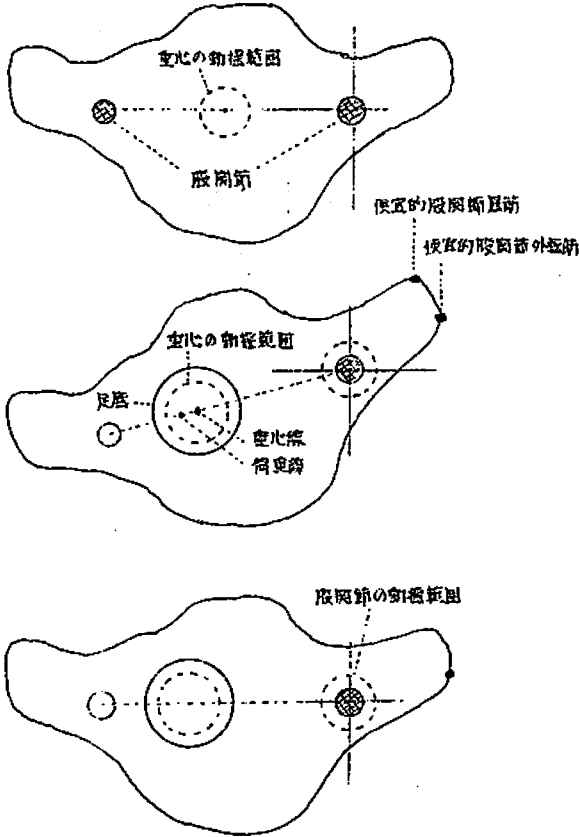
$$J_2 = (W - W_r) \left( 1 + \frac{L_{B2}}{L_{A2}} \right)$$

$$J_2 = (W - W_r) \left( 1 + d_v \frac{L_{B2}}{L_{A2}} \right)$$

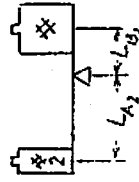
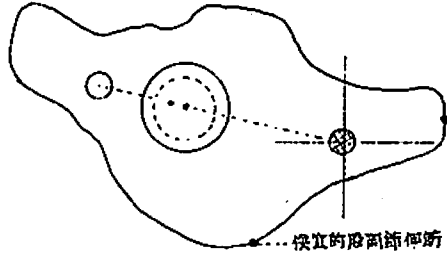
$$= (W - W_r) \left( 1 + \frac{L_{B2}}{L_{A2}} \right)$$

$$J_2 = (W - W_r) \cdot 1 = J_1$$

$$J_2 = J_1$$



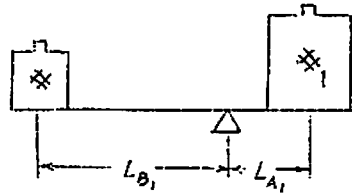




$$J_2 = (W - W_r) \left( 1 + \frac{L_{B2}}{L_{A2}} \right)$$

$$J_2 = (W - W_r) \left( 1 + d_2 \frac{L_{B2}}{L_{A2}} \right)$$

$$= (W - W_r) \beta_2 \left( 1 + \frac{L_{B2}}{L_{A2}} \right)$$



2方向の偏心荷重を同時に考慮した場合

便宜の股関節力  $J_{\mu} = (W - W_r) \left( 1 + \frac{L_{B1}}{L_{A1}} + \frac{L_{B2}}{L_{A2}} \right)$

真の股関節力  $J_{\mu} = (W - W_r) \left( 1 + d_1 \frac{L_{B1}}{L_{A1}} + d_2 \frac{L_{B2}}{L_{A2}} \right)$

前後方からみた  
便宜の股関節力

$$J_1 = (W - W_r) \left( 1 + \frac{L_{B1}}{L_{A1}} \right)$$

真の股関節力

$$J_1 = (W - W_r) \left( 1 + d_1 \frac{L_{B1}}{L_{A1}} \right)$$

$$= (W - W_r) \beta_1 \left( 1 + \frac{L_{B1}}{L_{A1}} \right)$$

$$= (W - W_r) \beta \left( 1 + \frac{L_{B1}}{L_{A1}} + \frac{L_{B2}}{L_{A2}} \right)$$

$$= \gamma (W - W_r) \left( 1 + \frac{L_{B1}}{L_{A1}} \right)$$

\* :  $(W - W_r)$

\*<sub>1</sub> :  $(W - W_r) \frac{L_{B1}}{L_{A1}}$

\*<sub>2</sub> :  $(W - W_r) \frac{L_{B2}}{L_{A2}}$

⊗ 荷重股関節

a) 両脚立ち  
b) 片脚立ち

図2 片脚起立時の股関節力解析 (骨盤水平断面)

とならう（歪み計で直接測る場合，術後ある時期に歪み計を除去することになるから，術後長期間の測定には適しない），前後方向からみたとき，股関節は重心線からの距離が大きい，膝関節は重心線の近くにあるので，重心の動揺による「テコ比」の狂いが大きくなり易く，レ線写真像のみでは関節力の評価を誤る危険性が大きい。これを補うため，重心位置の動揺性を連続的に記録するようにしたが，機能障害例の場合，装置の振動により動揺性が増巾されている心配がある。2方向の同時撮影ができればさらによい。被写体のブレを短時間撮影で避けようとしてきたが，撮影時間を長くして解析に支障を来さない程度のブレをおこさせる方法も機能評価の補助法となりえよう。この研究を通して下肢機能が形態として記録され，それを半定量的に扱いうる可能性を得たことは予想外の収穫であった。研究の弱点を探せばキリがない。特に類似の研究が少ないので比較検討しがたいため，浅学者の独断から大きな誤りを犯しているのではないかとおそれている。向後も改善と工夫を重ね，よりよいデータを作りたいと思っています。御批判・意見を下記宛にいただけたら幸いです。

〒440 豊橋市東田町井原 48-3

電 0532-61-3201 (代)

おわりに研究面でいろいろ御協力をいただいた名古屋市立大学医学部渡仲三教授，力学的解析に関し関東学院大学工学部 大串雅信教授，名古屋大学工学部 鈴木真一助教授その他の方々から御指導・激励をいただいたことに感謝いたします。

今回で一応了らせていただきます。長らくありがとうございました。

## 10月例会の記録

日 時：10月25日（金） 14:00~17:00

場 所：早稲田大学理工学部51号館2階会議室

参加者数：30名

## 話 題 1. 動的な動作のできる人工の手

内 山 勝（東大大学院）

計算機で制御される人工の手に、釘打ちや木琴の演奏などに見られる物を打つ動作、あるいは物を投げる動作などの動的な動作を行なわせようというテーマは、人工の手の研究の一つの発展方向であると考えられる。この問題に対する一つのアプローチとして、人間の手作業の機械向きの分析、いいかえれば手作業を力学的観点から分析する事により人工の手の制御と結びつけた形で手作業の基本動作を分類した。そして、この基本動作に対応して、人工の手のサーボ機構に制御モードなるいくつかの異なった制御方式を準備し、実際の作業はこれらの制御モードの配分とその切り換えによって遂行されるとした。

さて、この制御モードの一つとして、前述の動的な動作を行なうために、“ダイナミックモード”なる制御モードを導入した。この制御モードは、“速度を得る”いいかえると“加速する”という基本動作に対応し、実際には力を加えて加速するという極めて簡単な制御動作である。この制御モードと加速度のフィードバックとを組合わせる事により、釘を打つ作業を人工の手にやらせる事が出来た。試作した人工の手は、触覚で釘の位置をさぐり、ハンマーを釘の真上にもっていき、釘を打ちつけ、釘打ちの終了にともなう打つ者の変化をマイクロフォンでとらえて、最後に板の表面をなでる事により、完全に釘が打ち込まれている事を確認して釘打ちを終了する。もちろん少しでも釘の出っぱりがあると、再び釘打ちを続行し、最後まで打ち込んでやめる。

物を投げる動作も分類上、“速度を得る”という動作の範疇に属するが、目

標点に投げるためには、手放す点での速度が指定されるので、釘打ちとは違った意味で精密な制御が必要とされる。現在は、目標点を決めずにとにかく投げる事が出来た段階であり、今後の研究が望まれる。

最後に話題はかわるが、異なる制御方式を制御モードなる形で準備された人工の手のプログラムの問題として、モードの配分とくにその指定座標系の問題がある。この問題に対する一つの解答として、作業空間に設定された座標系でモード指定を行なう手法について説明する。実際には、拘束軌道に従わせるために手の持つステフネスをゼロとする制御モードと位置制御のモードとについて、その制御アルゴリズムを開発し、適用例としてクランクを回す作業を人工の手に行なわせた。

## 話 題 2. 垂直力作用点の軌跡をもとにした歩行解析

河 村 洋 (東京都補装具研)

ヒトが二本の足で正常な歩行を行うときには、その歩行の目的に従って最少のエネルギー消費で最大の効果をあげるべく歩行パターンを決定しているはずである。このときの正常歩行パターンを適確に把握することは、下肢障害者の臨床的リハビリテーションに応用できるばかりでなく、二足歩行機械の研究にもおおいに利用できる。

筆者らは当初義足の改良設計に正常歩行パターンの応用を考え正常人の歩行の計測を行ってきた。しかしながら人間の歩行は一見単純なシーケンス動作によってなされるがごとくみえるが、実際には複雑なパラメータの組合せによって行なわれており、容易に単純化できるものではない。特に義足では受動的な動作のみが可能であり、人間の下肢とまったく異ったメカニズムとして考えざるをえない。そこで筆者らは歩行の計測が比較的容易に行えるシステムをミニコンピュータとのオンラインで完成し、下肢機能障害者の歩行の評価に使用すべく準備を進めているので、ここに計測システムと、若干の歩行データを紹介する。

歩行の制御機序をブラックボックスとして考え、歩行の実行により生ずる結

果を計測し、それにより制御機序を類推しようとする方法である。そこで歩行により生ずる結果として、

1. Force Plate による床反力とその作用点の計測。
2. 関節角度計と Telemeter の組合せによる相対運動の計測。
3. 16mm カメラによる絶対運動の計測 を中心とし、これらデータをオンラインで収集し、時刻をキーとして編集し最終ファイルを作る。この最終ファイルのデータをもとにして各種解析が行えるシステムである。

Force Plate による床反力の垂直分力の作用点の軌跡は最終ファイルのデータから演算できる。現在この演算を 2msec. のサンプリングで行っているため、従来の作用点移動パターンよりもマイクロに軌跡が求められる。これによると垂直力作用点は、正常歩行では踵部より発生し、急激に母趾球付近に前進し、母趾球付近でいったん戻りの現象を起し、母趾方向に消滅する。この戻り量は歩行速度に関係し、歩行速度を増すと戻り量も大となる。さらに足関節を固定した歩行ではこの戻り現象はなくなる。これは腓腹・ひらめ筋が足関節に作用しているためと考えられる。今後この戻り現象について細部の検討を進めていきたいと考えている。

#### 司会者感想

土 屋 和 夫

本日の話題は人工の手（東大 内山勝氏）と歩行解析（都補装具研 河村洋氏）の二題であった。

人工の手にもいろいろあるが、本日の手は私がいままでに見た中で、最も自然らしく動く手であった。ハンマーで釘を打つ動作、クランク廻し作業のいずれも、今までの機械らしいロボット・ハンドとは全く異なつたいきいきとした動きをしていた。

日頃私は A D L（日常生活動作）の人間工学的解析の必要性を痛感してきた。たとえば、ネクタイを結ぶという動作一つをとりあげたとき、どのような運動順序で行われているかということは映画にとつて分析してみればある程度の詳

しさを求めることは容易である。しかし、右手と左手の協調性、各5指間の力速度などがどのように順序と関連してくるかということまでふみこんで分析してみないと、生きた動作を演ずることは困難だろうと考えてきた。

これらのことが、内山氏の研究によって、鮮かに実現されたわけである。義手や装具の動きにも、こうした生きものらしさをもたせたいということを感じた。

一方、河村氏の重心の垂直跡を追跡した歩行分析の研究は、また別のむずかしさをわれわれに示した。人間の手の運動を分析して、これを機械要素で再現することのむずかしさと、人間の歩行現象を線形要素を組み合わせた機械で正確に計測することのむずかしさとは全く別の世界に属するようだ。

人間の運動を人間が観測する場合には、いろいろな雑音はその運動に混入していても、適当にフィルターして、必要な情報のみを通過させ、抽出できるから機械化するには便利である。しかし、人間の運動を機械で観測しようという場合は、何が雑音で、何が必要な情報であるかを機械に選別させることはできない。また、人間の気づかない歪が機械情報に含まれてくることもある。

一体、人間の歩行運動を分析するには、何%程度の精度で測定する必要があるのだろうか。もちろん、目的によっても必要な精度が変わってくる。河村氏の真剣な努力により、こうした歩行分析法も一步一步前進しつつあるが、一度、いつかの機会に、どの目的には何%の精度で測定すればいいとか、それに必要な経費はどの程度か、また、その程度に達するには、どのような計測法がいいのかなどについて、じっくりと討論してみたいと感じた。

現在の歩行分析の研究も、全国的な規模でシステム・アプローチすることが必要であると考え、司会の立場とは別に提言を試みてみた次第である。

◎事務局の手違いから10月例会の記録掲載がおくれました、お詫び致します。

## 12月例会の記録

日時：12月13日（金） 14:00~17:00

場所：早稲田大学理工学部51号館2階会議室

参加者数：25名

話題1. 手と足のキネシオロジー

浅見高明（東京教育大スポーツ研）

(1) 手のキネシオロジー

手に関しては、アリストテレスが「手は一つのオルガノンではなく、実は多数のオルガノンである」と言ったり、カントが「外部の脳髄」であると言ったように実に多種多様の機能を持っている。

スポーツや体育活動においても手指の働きの重要性は今更言うまでもない、例えば手指の力の総和は一般に握力測定値であらわされるが、柔道選手や体操選手の握力値は他種目選手に比べてそれほど大きなものではない。しかしながら体操の鉄棒大車輪で身体が鉄棒からふりとばされないように耐えている力は優に200kgを越えているし、ボートをこぐ時にオールの抵抗に耐える力も自発的な握る力というよりも他動的に抵抗に対して頑張る力が重要で、通常のスメドレー型握力計で測定される握力とは別な意味をもつと考えられる。そこで指の力を短縮性収縮（Concentric contraction）と伸長性収縮（Eccentric contraction）とにわけて測定できる指力計を考案作製し、各指毎にあるいは数本を組み合わせて指力をはかり、各種スポーツ選手について比較検討した。

その結果、単独指力では短縮性収縮でも伸長性収縮でもⅢ指（中指）が最も大きな値を示し、ついでⅣ指（環指）、Ⅱ指（示指）、Ⅴ指（小指）の順になった。二本指の結合指力はⅡⅢの組合せがⅢⅣよりも大きく、ⅣⅤが最も小であった。三本指の結合指力ではⅡⅢⅣの方がⅢⅣⅤの組合せ

よりも大きく、三本指力は二本指力よりも40%程大きな値を示した。四本指の結合指力は三本指力よりも20%ほど大きな値で、スメドレー型握力計による握力値とほぼ同値であった。伸長性収縮の場合には、従来上腕二頭筋で短縮の場合の20~30%増の値が得られたと報告されているが、指力では1.44~1.98倍の値を示し、指が非常に大きな耐える力を持っていることがわかった。

次にII~V指は共通の浅指屈筋につらなっているので四指をのばしておいて一指をまげようとするとき他指も同時に屈曲する。すなわち各指の独立性が異なっていて他指と協同しなければ有効に働けない指とある程度まで独自に働きうる指とがあるわけである。そこで被検指でない他指の伸展固定がどの程度指力に影響を及ぼすかをみるために独自の固定装置をつくり他指を種々な角度で固定して指力をはかってみた。その結果、II指では他指の伸展固定による影響が少ないのでIII指、IV指、V指では他指を伸ばして固定すればするほど影響を強く受けて指力が減少する。5名の被検者について150度で固定した時の指力がまったく固定しない時の指力に対して何%位低下するかを出してみるとIV指が最も低下が著しく(52.3%)、ついでV指(49.1%)、III指(40.0%)、II指(24.4%)となってII指(示指)が最も独立性が高いことがわかった。

## (2) 足のキネシオロジー

人間の足は他の霊長類と異なり独特の形状をしている。人間では2~5才頃に足跡の大きな変化がみられ、扁平足的な足から次第に土踏まずが形成されてくる。個体発生は系統発生をあらわすという見地から古代においては人間は扁平足だったのではないかという疑問をもった。しかしながら古代の人の足裏をみることは出来ないで間接的ではあるが京都・奈良の古い仏像の足裏をみることによって推量しようとした。その結果、時代の古いものほど扁平足で、時代が下がるにつれてアーチが作られていくように観察された。

扁平足者はスポーツ選手に意外に多く、陸上女子選手では30%も扁平足者が認められた。柔道の重量級選手の中にも多く、特に身長が低くて肥満、いわゆるローレル指致の極端に大きな者に扁平足者が多い。スポーツや運動の練習によって足跡は大きく変化し、成人においても足底部の可塑性が存する。



## 話 題 2. 電動車椅子の試作およびテスト

木 村 哲 彦 (国立身体障害センター医務課)

昭和39年東京オリンピックに続いて開催された国際身体障害者スポーツ大会(いわゆる東京パラリンピック)を境として、家庭内および施設内のみに止まっていた身体障害者の社会生活への参加が積極的に推進されるに至った。そしてこのことに車椅子其他補装具類の発達も大きく寄与して来た。車椅子に限定すると、戦前戦後を通して車椅子は坐位に於ける患者輸送車と云う考え方が主であり自走を主としたものは尾外用チェーンドライブ車にほとんど限定されていた。諸外国に続くリハビリテーション思想の普及に従い国立箱根療養所、千葉大学工学部小原研究室、東京教育大学等の協力下に車椅子の基本的研究が成され、筆者も整形外科医の立場から参画した。結果的にはその後制定された日本工業規格にその結実を認めたことであり、諸外国の製品に比べてその優秀性を競うまでに育ったと云える。しかし歩行障害者必ずしも上肢健全とは限らず四肢麻痺者の如く上肢を以て車椅子を駆動することすら不可能で全面的に介護者の助けを借りなければならぬ者も数多く残されている。彼等の中には適当な電動車椅子を使用することで日常生活の場での介護者の手からかなりの割合で自立可能な者も含まれ、社会生活での行動圏の拡大にも関連して来る場合も多い。このように動力車椅子を必要とする者は各種障害を含め概算2000が考えられる所である。

我々は次の項の如く研究試作テストを行った。

- 1) 研究目的, 上記の如き歩行不能でかつ上肢にも障害を有するものに適当な車椅子の基本構想をかためる。  
基本構想に従ってサイズの決定
- 2) 研究方法, 市販車の性能実測と実車テストを基本に技術的な検討を加えた上で必要条件の設定を行った上で試作車の基本設計を行い第3時試車完成までに実車テストをくり返り行い一つの完成したタイプを作り出す。
- 3) 一方, 医学的にみて理想と思われる基本構想を企業にアドバイスした上, 企業独自の開発方法に併せてその結果を判定評価する。

4) 我々グループの試作車，企業サイドでの試車を比較した上で今後に残された問題を討論し，さらに研究試作の道を残す。

以上に依って得た結果は概ね，車椅子は動力を用いる場合，室内およびその周辺使用にのみ用いるものと，屋外での使用に耐え得る条件を満たすものとの二本建ての考えで行くべきであり，一機で多目的使用に耐える条件を設定することは困難であるとの結果を得た。以下スライドによる写真図表でその開発の経過を説明する。

我々の試作車は次に挙げる特長を持つ。

- 1) 最高速度 4km
- 2) トランジスターチョッパー回路無段変速
- 3) マグネットモーター二ヶ使用
- 4) 登坂力  $10^{\circ}$ 以上
- 5) 制動は発電式電磁式の二系統を具える。
- 6) 座面高等の寸法は車椅子 J I S に準ずる。
- 7) 上下二分割により  $30 \times 77 \times 62$  cm. にたためる。
- 8) コントロールボックスは左右どちらにも変換可能。
- 9) スイッチパネルは座面前方膝下に置く。
- 10) 12V 18Ah バッテリー 2ヶで連結3時間以上の走行が可能である。
- 11) 車重は 35kg バッテリー込みで 47kg
- 12) 後輪駆動 12 寸

以上の如くで室内用としては充分の条件を満たしている。

第 5 2 回例会を司会して

市 川 潤 (都補装具研)

話題 1: 手と足のキネシオロジーという広い範囲のテーマについて，主に体育学的立場から研究小史も含めてお話し頂いた。

手に関してはアリストテレス以来概念的には色々述べられているが，さてそれをキネシオロジー的立場から眺めて見るとどうもまだわからないことが多い

ようで、私どものように設計する立場に立つものには、設計基準となるべき観点が要求されている、そのような点から、各指の指力測定という問題は非常に興味深く、今後の研究の成果が待たれる。

足に関しては通常疲れやすいと言われる偏平足が柔道の選手など体育関係では非常に多く、また仏像などがそうであることから昔の人間にも多かったであろうといったおもしろいお話しから、偏平足の測定法及びそれによる年代別の移り変わりなどについてお話し頂いた。

話題2： 通常の手動式車いすの紹介から、現在所々で開発されている電動車いす、及び国立身障センターなどが中心となって開発された電動車いすについてお話し頂いた。開発された車いすはなかなかすばらしいものですぐにも使用できそうな感じではある。お話しの中にもあったが、上下肢障害者で医学的にどうしても電動車いすを必要とする人は推定2,000人位であろうとのことであり、特に電動車いすの場合においては対象となる障害と、その使用環境を考えると、現在のように数多くの種類の電動車いすが、はたしてどれだけ有効に使用されるのか若干の疑問がわく。特にその使用対象者を考えると、木村先生のお話にもあったように、手動車いすがオーダモードであるのと同じように、電動車いすの制御系については障害の程度に応じた何種類かの方法が考えられねばならないはずであり、車いすのハードウェアに対する考察と同じように、この面での今後の研究が期待される。

## 訂 正

1. 第4回バイオメカニズムシンポジウムの論文申込締切は協賛学会誌掲載などの都合により下記のように訂正します。

昭和50年2月15日

お忘れになっていた方は、早速お申込下さい。

2. 前号11頁の図1を次のように訂正します。

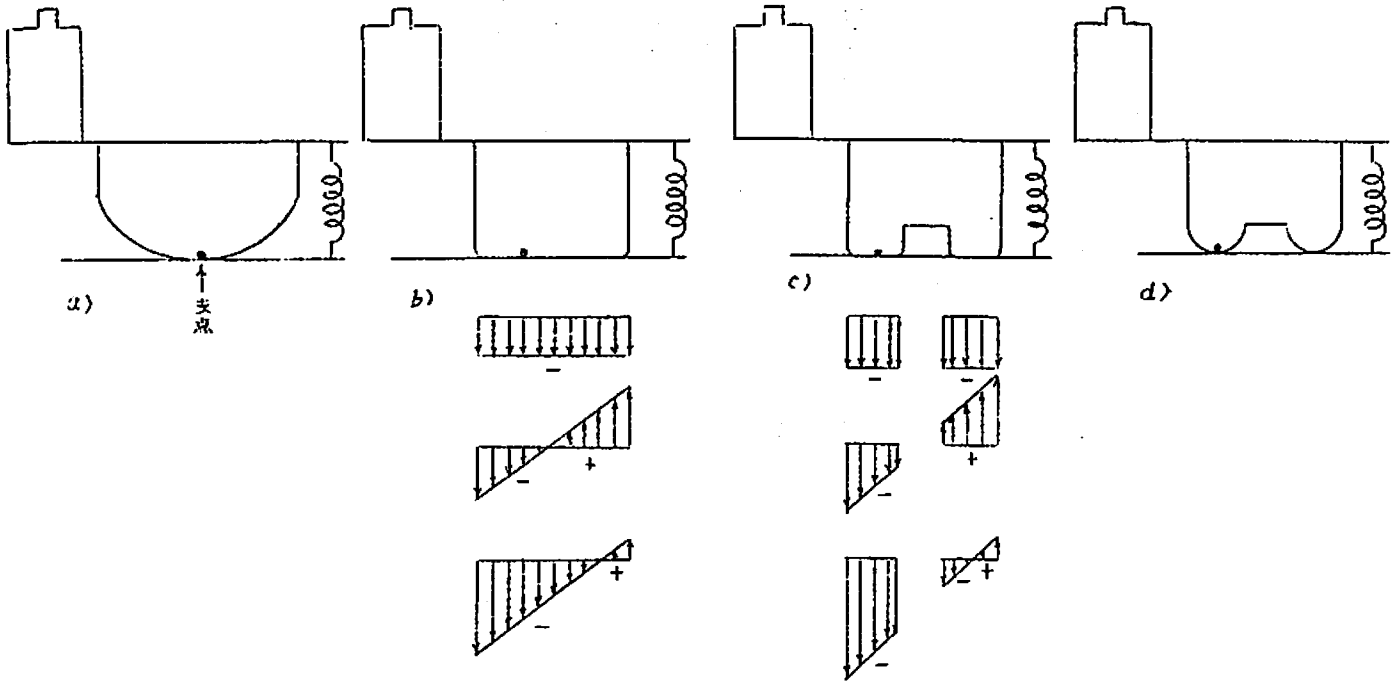


図 1. 柱端の形状と支点位置の関係

## 今月の入会者

番号	氏名	勤務先	連絡先	住所	卒業校
557	木村 哲彦	国立身障センター	〒161 新宿区戸山町1 TEL 203-8193	〒 豊島区长崎2-15-2	日本医科大 57年卒
558	山田 道広	東京都養育院 付属病院リハ 部	〒173 板橋区栄町35-2 TEL 964-1131 内2469	〒173 板橋区栄町25-16	
559	橋野 賢	通産省機械技 研	〒167 杉並区井草4-12-1 TEL 399-1181 内283	〒189 東村山市富士見町 5-12-6 TEL 0423-94-1385	九州大 48年卒

第54回ソビーム例会のお知らせ

下記により第54回ソビーム例会を開催します。おさそい合せの上御参加下さる。

日時：2月28日（金）14:00~17:00

場所：労災義肢センター（名古屋市港区港明町1-31 TEL 052-652-5831）

話題：立体写真法による歩行解析 加藤厚生（愛工大）

新歩行台の役代について 鈴木祥生（労災義肢センター）

司会：土屋和夫（労災義肢センター）

参加費：会 員 300円

学生会員 無 料

非 会 員 1,000円

◎ 今回は人間工学会東海支部研究会との共催です

3月は恒例により休会となります，次回は4月25日（金）の予定です。