

1976 5. 1 No. 66	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4-17-0 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

エッセイ・老人と車椅子	池田 誠... 2
機器紹介・Isokinetic Exercise と Cybex Machine	加藤 真... 3
記 録・2月例会	
軟体機械の開発	多々良陽一... 8
身体言語障害者用補助システム	
Linguaduc System	岡本勝年... 10
Selspot System	高橋正明... 12
第62回ソビーム例会を司会して	渡辺 暎... 13

<<エッセイ>>

老人と車椅子

池田 誠 (都養育院病院)

私は、約4年間、理学療法士として老人がたくさんいる病院で働いている。いままで、患者(老人)から、その家族から、職員から、多くの、車椅子に対する考え方を聞いた。その中で、自分が車椅子をどのように考えてきたかをまとめてみた。

車椅子を、ちょっと見たり、実際に押してみると非常に便利な「物」であると誰もが思うようだ。これは、面会の家族をはじめ健康な人、つまり自分の足でどこでも行ける人は皆持っている考えのようだ。この時彼らは、「車椅子に乗っている人」がどんなに苦勞して車椅子を動かしているか知らない。ただ自分が「人が乗った車椅子」を押してみても便利であると考えただけである。確かに車椅子に乗っている人が何もせず、何の意志もない一つの物体と同じであると考えれば、車椅子は非常に便利な道具であろう。当然のことながら車椅子の型、サイズ等全く考える必要はなくなってくるだろう。

もし車椅子に乗っている人が、自分の意志で動かそうとしたらどうなるだろう? かつ実際に動かせたら? とてもすばらしい事である。車椅子が自分の足のかわりとして行きたい所へ行けるのだから。しかし、そのためには次の条件が最低必要であろう。

- ①車椅子を乗りこなそうとする意志意欲
- ②車椅子を操作出来る体力
- ③車椅子が使える環境(屋内屋外でも乗っている者が苦痛を感じないような場)

この三つの条件が、必要十分な条件として満たされてこそ初めて車椅子を日常行動の一部として使えると思う。ところが、現在は③の問題がおおきな障害因子となっているようだ。

いま書いた条件に「④老人」を加えた場合どのようになるだろう。(これは①②と関連があると思うが時に項目として加えたいと考える。) 車椅子を、歩けないから移動の手段として使うという考え方は老人に適当でないと思う。老人には、「何をいまさら…面倒臭い」という意欲の問題と徐々に機能が低下していくという問題がある。ちょっと間違いと事故につながってしまう。だからといって老人には車椅子が必要ではないというのではない。老人にこそ車椅子は必要なのである。その使い方が非常に難かしいようだ。なぜなら、老人には上記の二つの問題があるが故に車椅子の使い方(動かし方)のみ知るだけではだめであるからだ。老人に活動意欲を持たせ、かつ機能低下を防ぐためには多くの人々の協力が必要であろう。老人には必ず援助する人が必要である。その上で、一日の生活、一年の生活の中での生活パターンを設定して老人に適した行動範囲を考える。そして、この活動の中で車椅子を活用する。これらの事は、老人におしつけることなく自然になされねばならない。

このように考えて実行しようとしても協力してくれる人がいないとか車椅子を使いこなす(ただ動かす)ことが目的となってしまっているとか難かしい場面が多いようだ。しかし、私は老人に生きている限り「静」ではなく「動」の状態であってほしいと考えて、これからの努力していきたいと思う。

機器紹介

Isokinetic Exercise と Cybex Machine

加藤 真(酒井医療電機株式会社)

Rehabilitation 医学・整形外科の分野から、体育医学・Professional Sports の分野に到るまでの運動療法機器や訓練機器は実に数多い。反面多くの訓練によりどの程度筋力に改善(増強)がみられたかを客観的に判定する為の検査測定機は数少ない。

“Cybex Machine”は米国で約10年前に開発されたもので、従来にない

新しい考えにもとずいて筋トルク曲線の解析を非常に容易に可能にした訓練兼用の機械であり、現在多くの病院、rehabilitation center、生理学教室、学校、Sports center、professional sports club、で使用されていて非常に利用価値が高いといわれている機械であるので、販売とmaintenanceに携わる立場から概略を御紹介させていただく。

§ I. 筋肉の収縮の種類と従来の機器

- 1) Isometric contraction 等尺性収縮
speed: 0 (運動: 0)
tention: variable
- 2) Isotonic contraction 等張性収縮
speed: variable
tention: constant
- 3) Isokinetic contraction 等速性 (等運動量性) 収縮
speed: constant (角速度)
tention: variable (isometric の概念に同じ)

筋肉の収縮の種類には以上の三つがあるといわれているが、従来は重錘、ばね、摩擦等による負荷抵抗を用いる isotonic の訓練機器や、ひずみ計を用いる isometric の測定機器に代表されるようにほとんど全て isotonic 或は isometric exercise にもとづくものである。

1965年頃から、Lowman 教授 (N.Y.U.) の指導のもとに M.D. R.P.T. Staff は isokinetic contraction の概念に注目し、Technicon 社の協力を得て isokinetic の抵抗運動を起こさせる機械の研究をはじめ、1966年に Cybex Machine を開発した。Cybex とは Cybernetics exercise からとったといわれていて機械の名称からもわかるように、人間の動きを考える上で isokinetic exercise の概念は非常に重要で筋運動の検査測定・訓練に最も必要な考え方になるといわれている。1967年には Cybex Machine を用いた“筋力と速度”に関する研究論文が発表され、isokinetic

exercise と Cybex Machine が非常に注目をあびた。

§ II . Cybex Machine

人間の動きを極めて簡単にいうと、全ての動きが関節を中心とした“回転運動”になっている。本機も出力軸を中心とした回転運動にもとずいて抵抗運動をする。この出力軸に isokinetic の概念があてはめられており、

- 1) 出力軸回転速度——任意の設定速度に一定になるように
- 2) 出力軸回転抵抗——外部から加える力に対する反力として抵抗がかかるように

という要素を満足すべく、servo moter により速度を任意に設定し一定速度を保ち worm 減速機の入力軸を回転させる。worm 減速機は出力軸から入力軸を回わせないで出力軸は設定速度に一定、減速機の出力軸から over running clutch を経て本機出力軸へ連結し、本機出力軸は自転しないように構成されている。本機出力軸は 0 ~ 35rpm の速度範囲内任意に設定できる。

Cybex Machine は上記部分の dynamo meter と speed selector 及び recorder のセットになっている。

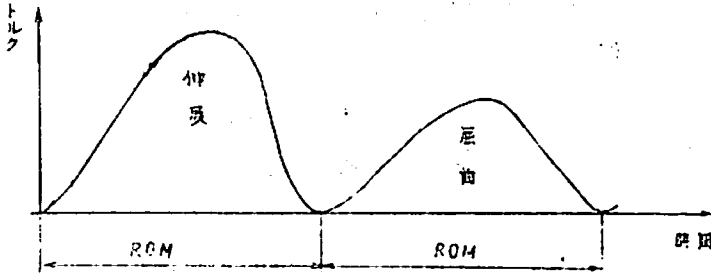
§ III . 用 途

- 1) 測定機として

従来体力測定（筋力測定）はほとんど静状態であるが、Cybex Machine は 0 ~ 35rpm の範囲内のあらゆる速度の動きの中で測定でき、動きの全範囲を連続して測定記録できるという点ではじめての測定機といえよう。

Cybex Machine は Worm 減速機（前記）の worm gear に圧力 transducer を接続し、抵抗を検出して記録するようになっている。出力軸に crank arm をつけ、軸芯と関節中心が一致する位置で arm を回転させると、出力軸は isokinetic の概念に適合し一定速度で回転するから人体も関節を中心とした一定速度の動きになる。これを記録し横軸が時間、縦軸がトルク、の筋トルク曲線となる。角速度が一定であるから横軸の時間はそのまま関節可動域をあらわしている。

例) 膝関節 (屈曲・伸展)



2) 訓練機として

測定と同様出力軸芯と関節中心が一致する位置でarmを回転させて訓練する。訓練は低速から高速まで広範囲の訓練がおこなえ“人間本来の動きに必要な筋力”が増強される。

Cybex Machine は測定・訓練のいずれの場合でも非常に使い易く、出力軸は左右どちらにも回転するので一度のsettingで、内転・外転、屈曲・伸展、など相反する方向の測定・訓練が同時に可能である。機械にはcrank armに多種のadapterがとりつけられ、手指以外のほとんどの関節の測定・訓練が可能である。そのうえ従来の機械のように負荷を与えて抵抗運動させるものと違い訓練者(被検者)の出す力が反力として抵抗になるので、痛みを感じる関節角度では無意識に力がぬけるから過度の抵抗がかからず安全であり、痛みを発する関節角度の測定もできる。又出力軸は横向きから縦向きまでかえられるようになっており、crank armを水平に回転させることもできるから自動介助運動しかできない障害者からprofessional sports選手まであらゆる範囲の人に用い得る機械である。

§ IV. 検査機器としての活用

筋力を測定し記録することによって次のことが明らかになる。又多量の記録を解析することによって医学的診断も可能になる。

- 1) 関節可動域 (R.O.M.)
- 2) 全関節可動域の連続の筋力
- 3) 最大筋力を出す関節角度
- 4) 力を出す傾向 (曲線の形)
- 5) 仕事量 (曲線内の面積)
- 6) 耐久力 (疲労度)
- 7) 力発生の時間率
- 8) 反対側の力 (伸展から屈曲等) 発生時間率
- 9) 力の制御
- 10) 疼痛等障害のある関節角度及程度

1) ~ 9) は 0 ~ 35rpm の全範囲にわたり検査測定可能である。

11) Power (力×速度)

これらは全て isokinetic exercise を可能にした Cybex Machine の出現によって始めて検査が可能になったもので本機の利用価値の高さをわかっていただけたらと思う。今後本機による検査のみならず E.M.G. 等と組合わされて研究されていけばより以上の価値が出現することは確実であろう。近い将来 isokinetic exercise が一般的なものになり Cybex Machine は諸機能検査の必需品になるだろう。

(附 記)

以上の小文では十分に機械を御理解していただけなかったのではないかと思います。御希望があればいつでも機械を御覧いただけますのでそれで御了解願えば幸いです。

(参考文献)

- 1) Cybex Positioning Manual : Lumex Inc. N.Y.
- 2) Thomas H. Coplin : Isokinetic Exercise, Clinical Usage, the Journal of the NATA, Fall 1971,
- 3) Hislop, H.J., and Perrine, J.J., : The Isokinetic

Concept of Exercise, Journal of American Physical
Therapy Association, Feb., 1967.

- 4) 大井淑雄, 御巫清允: Isokinetic exercise のための機器, 総合リ
ハビリテーション, 医学書院, 1973.

ほか

話 題 1. 軟体機械の開発

多々良 陽 一 (静岡大・工)

現在の機械要素の中で材料の柔らかさが活用されているものにゴムがある。ゴムは動力伝動用ベルト, タイヤ, パッキングなど広く使われているが, その価値は自由に変形させうる柔軟性と弾性領域の広い高弾性の性質に帰せられよう。

一方, 生物は柔軟物質でできおり, 筋によって自ら動き仕事をする。心筋という能動的に伸縮する袋 (電気→化学→機械のエネルギー変換) によって血液を送り出す心臓は, いわば容積変化型のポンプである。血管は管径が変化することによって脈動流の損失を減らす働きをする。タコの足は伸縮自在に物をつかむ。生物は一種の軟体機械である。このような能動的な軟体機械を人工的に作ることはできないだろうか。

筋においてはATP (アデノシントリリン酸)中のリンのもつ化学エネルギーが収縮という機械的エネルギーに直接的に変換される。このように化学エネルギーを機械エネルギーに直接変換する柔軟な物質には, 生体では筋のほかにコラーゲン (硬たんぱく質) があり, 人工的に合成された材料では, ゴムおよびメカノケミカルシステムがある。

ゴムはベンゼン (C_6H_6), トルエンなど有機溶媒によって膨潤し, 溶媒の蒸発によって収縮する。

典型的なメカノケミカルシステムは, ポリアクリル酸である。このフィラメントを水酸化ナトリウム溶液に漬すと膨潤し, 塩酸溶液に漬すと中和して体積

が収縮する。フィラメントの1端に荷重をかけ、これら2種溶液を交互にかければ、長手方向に荷重を可逆的に上下させることができ、すなわち、化学エネルギーを機械エネルギーに変換できる。また、食塩水などの塩によって収縮し水によって膨潤する性質もこの物質はもつ。

市販のイオン交換樹脂もメカノケミカルシステムであって、外部溶液の塩やpH濃度の変化に応じて体積変化する。

このようなメカノケミカルシステムは、骨格筋と構造上および伸縮変化の挙動の差異はあるが、人工筋を含めて軟体機械の材料になりうるという観点からつぎのような長所がある。

(1)柔軟物質である。(2)化学エネルギーの機械エネルギーへの直接変換が可能である。(3)電気的信号によって伸縮するメカノケミカルシステムが実現しうる。(4)物質1g当りの発生張力または発生圧力は筋より大きく、発生仕事は筋と同じオーダーである。コラーゲンは自己の重さの1万倍、メカノケミカル粒は少くともその2500倍の力を出す。(5)応答速度(伸縮速度)は一見おそいが、物質を小さくすることにより、これは早められる。(6)膨潤する際に発生する膨潤圧は1000気圧以上にもなりうる。(7)入力として使われる溶液は貯蔵に適しており、また天然の海水を利用できる。(8)雑音を生じない。(9)疲労に関して、比較的強い。(500回位)メカノケミカルシステムの応用への試みとしては、つぎのものがある。

(1)メカノケミカル弁(森政弘先生による) (2)自動車用ジャッキ (3)ポンチ (4)ブレーキ (5)塩濃度連続測定装置 (6)圧力発生装置 (7)メカノケミカルエンジン(コラーゲンを用いたものは、ワイズマン研究所のA. Katchalrkyらによって開発されており、粒体を適用するものは筆者らが開発中)。これらは試作・実験されているが、工業上使われるには至っていない。

なお、義手の筋肉部や人工心臓など人工筋への試みはまだ進んでいないが、今後大いにすすめていくべきであると筆者は反省している。

ロボットや人工臓器の研究者、あるいは高分子合成化学、各種現場の方々か

らの御忠言や御批判を期待している。

話 題2. 身体言語障害者用補助システム

LINGUADUC SYSTEM

岡 本 勝 年 (日製産業)

(概 要) : 重度の身体障害者及び言語障害者が、その患者に残された能力 (例へば、舌の動き、音声、体の一部の単純な動作等) を利用することにより、生活環境機器 (例へば、呼鈴、照明ランプ、テレビ、ラジオ、暖冷房器具、ページめくり、電動ベッド、電話等) や言語伝達機器 (タイプライター)、教育機器 (電子計算器) 等を制御できるようにしたシステム機器である。

(方法、機構) :

1) 制御信号発生方法及び機構:

障害者の能力に適した方法、装置を下記より選択利用する。

a) Linguaduc Sensor : 舌を電極に接触させて導通を行うことにより、電気的信号を発生させる。この Sensor は 5 個の電極を有しており、5 種の電気的制御可能な機器の ON-OFF 制御することができる。

b) Pneumatic Pick-up : 空気圧を電気的信号に変換させる。陽圧又は陰圧作動も可能で、患者の押す、引くの単純な動作を利用する。

c) Acoustic Pick-up : 単純な音声又は音をマイクロフォンを通じて、電気的信号を発生させる。

d) Infra-red Detector : 赤外線ビームを体の一部で遮ることにより、電気的信号を発生させる。

e) Radar Pick-up : 体の一部の動きによる、マイクロウエーブのドップラー効果を検知させて、電気的信号を発生させる。

f) Ultra-sonic Pick-up : 超音波を体の一部で反射させることにより、電気的信号を発生させる。

2) 機器制御装置:

上記の電氣的制御信号の一つを利用して、電氣的制御可能な機器を、選択、制御操作するための装置で、下記のもが開発された。

a) Environmental Control Unit : 10機種までの機器を選択制御する装置で、前述のどの制御信号発生装置とも使用できる。10個の制御パネルが組込まれており、各種の機器にそれぞれ接続された各パネルのスイッチング回路を、繰返し自動走査スイッチ切換えさせることにより、そのスイッチングを示す赤ランプが希望機器パネルに点燈した時、制御信号を送ることによって、機器の選択、ON-OFF制御を行うことができる。

b) Typewriter Control Unit : 電動タイプライターのキー選択用文字記号盤と、コントロールユニットより構成される。文字の選択は、X-Y軸による格子目の走査スイッチングを示すライトを追って、その格子上の文字を、制御信号を発信させることにより選択して、打出させる。

c) Calculator Control Unit : 数字や四則演算記号を記した格子盤を、タイプライター用文字盤同様に利用することにより、卓上電子計算機の計算制御を行うことができる。

d) Telephone Unit : 電話ダイヤル用装置で、0~9までの数字を走査スイッチング回路により、ダイヤル数字上のライトが点燈した時、制御信号を送って、ダイヤル数字信号を発生させる。

以上、制御信号発生装置と、機器制御装置及び、生活環境機器や言語伝達機器等を、任意に選択組合せることにより、重度の身体、言語障害者の独力による生活環境機器の使用や、意志伝達、或いは知能テスト、開発に役立て得るものとする。

注:

開発製作: CARBA AG Swiss

話 題 3. SELSPOT SYSTEM

高 橋 正 明 (ナック)

1 はじめに

振動，あるいは動く物体の変位量を非接触，連続，多数を同時に自動かつ高精度に求める要求は非常に広く強い。例えば人体の歩行分析，顎の動解析，ロボットアイ，一般工業での物体の変位計測，物体の外形計測等，数多くある。従来も一例としてテレビ方式での努力が行われているが，位置精度が2～5%程度，実用分解能300～500分の1，検出点が増加すると各点の判別になる等の問題に加え，繰返し計測時間が30または60分の1秒に限定される等，この制限範囲外の用途には利用できない状況であった。これに対し，ここに紹介する SELSPOT SYSTEM は以上の問題を解決した画期的なものである。

2. 基本動作及び，性能

本システムは計測点にパルス発光した複数個のLED (LIGHT EMITTING DIODE) を取り付け，LED の像をレンズを通して光電センサ上にフォーカスさせる。このセンサは一般の半導体の如く各絵素が独立しているもの，あるいは一般の撮像管の如く走査の必要なものとは全く異り，センサ上の最も明るい点のX，Y座標が瞬時にX，Y電圧として発生する特長を有している。このセンサのスペクトル特性は可視光から近赤外光まで幅広い。本システムでは赤外発光のLEDを用い，データの取り出しを巧妙に行い，LED以外のバックグラウンド光の影響を除去している。また前述の如く，最明点が検出されるので，多少のフォーカス・ボケには影響されない特長を有している。

本システムの計測1点当りの検出時間は約 10^{-4} 秒であり，最大計測点の数が30点なので，繰返し計測時間は約 3×10^{-3} 秒 (315 Hz) である。もちろん，計測点が30点以下の場合は繰返し時間の短縮技術的には可能である。

検出の精度は分解能1000分の1，直線性は±1%以内である。

本システムでは標準のものでセンサ・カメラを2台接続できるように考慮さ

れており、3次元計測が可能である。

センサ・カメラからのX、Y座標電圧は信号処理され、アナログ ($\pm 2.5\text{ V}$) とデジタル (10Bit) の両方が出力されている。一般に、データ量が多いため、デジタル出力がコンピュータに接続される場合が多い。検出点が複数の場合、X、Y出力は何番目の検出点かが識別されて出力されているので、例えばテレビカメラをセンサに使用した場合の如き各点の判別のためのソフトウェアは不要である。

以上簡単に述べた如く、本システムは従来見られなかった特長を有しており、今後種々の分野で新しい計測方法として利用されるものと思われる。

第62回ソビーム例会を司会して

渡 辺 瞭 (東京大学)

最初の演題はメカノケミカルシステムに関するものであった。小形で、軟く、力が出る材料の開発は人工筋の研究者にとって、一つの夢であろう。現在用いられているモータあるいは空気圧駆動人工筋はいずれも文字通りハードウェアであって、義手や人工臓器など身体に直接接続して用いるためにはなじみが良いとはいえない。このメカノケミカルシステムはその点、基本的材料は高分子であり、希望を持たせてくれるのだが、現在のところエネルギーを取り出す機構はやはり硬いものになってしまいそうである。力の大きさは筋肉と同程度のもので得られるが、問題は、動作速度と制御の容易さであろう。筋肉なみに速くて、制御の容易なメカノケミカルシステムができるかどうかは、現在のところ未知数というほかないようである。

次の演題は障害者用生活環境制御装置 Linguadac に関するものであった。背髄損傷で、上肢機能が欠けているか、僅かしか残っていない障害者が日常生活用具を操作するための装置で、生体負担を減すような工夫とシステム化がな

されている。この種の装置の発想は部分的に見れば、決して目新しいものではないが、実用性のある方法をすべて取り入れ、しかも人間工学的に整理されており、必要性に応じて機器を選択し、組合せて使うことができる点が面白い。ランプが順に点灯していき、希望の位置に来た時にスイッチをオンにするという方法などは、周囲雑音の影響が少なく、操作の確実性を増すものであろう。ただ、使用時に少しまだるこしいのではないかと感じられ、この点、実際に使用している障害者の意見を聞きたいものである。

最後の演題は運動解析システム Selspot に関するものであった。従来のTVを使った運動解析システムにおいて欠点といわれていた周波数特性、分解能、直線性を巧妙な方法によって解決している。特に、TV方式では困難であった多点計測を可能にしており、背景雑音の影響も少ない。生体運動の計測という立場から見ると、非接触計測という点に特徴があり、発光素子が見える範囲しか測定できない点が難点であろう。歩行など複雑な運動の解析に際しては、コンピュータで関節角度などの諸パラメータを計算することが必要で、そういうソフトウェアの開発が、これからの課題になる。

バイオメカニズム学会

SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

今月の入会者

番号	氏名	所属機関	連絡先	住所	卒業年次
マ14	松田 智夫	東京工業大学 理工学研究科 制御工学専攻 森政弘研究室	〒152 目黒区大岡山 2-12-1 TEL.03-726-1111	〒108 港区白金台 2-12-7 TEL.03-473-0582	東京理科大 電気工学 昭50年卒

第63回 ソビーム例会のお知らせ

下記により第63回ソビーム例会を開きます。おさそい合せの上御参加下さい。

日 時：5月26日(水) 14.00~17.00

会 場：早稲田大学理工学部51号館2階会議室

話 題：触知覚(あらさ)判定における情報処理 野呂影勇(慶大)

硬さ認識に対する官能検査手法について 一丸清貴(早大)

司 会：尾 崎 省太郎(機技研)

参加費：会 員 300円

学 生 無 料

非会員 1000円

◎交通ゼネストのため4月例会が順延となりました。

次回は6月23日(水)の予定です。

1976 6. 1 №67	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

研究速報・形状固有値による類似性認識	高野英彦… 2
視覚障害者の歩行	徳田哲男… 14
国際会議・1977 Symp. on Biomechanics (ASME)	… 18
記 録・5月例会	
触知覚(あらさ)判定における情報処理	野呂影勇… 22
官能検査による硬さ感覚の定量化	一丸清貴… 23
第63回ソビーム例会を司会して	尾崎省太郎… 25
正 誤	… 26
今月の入会者	… 27
お 願 い	… 27
例会のお知らせ	… 28

研究速報

形状固有値による類似性認識

高野英彦 (機械技術研究所)

1. はじめに

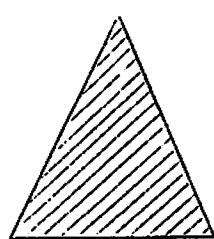
日用品, 荷物, 機械部品など何をとってもこの世の物体は複雑な形をしている。この複雑な形を, われわれ人間は複雑な形そのままを受けとめているのであろうか。むしろ, 人間は複雑な形態を“大まか”にとらえて四角いもの, 丸いものなどに分類しているのではなからうか。次いで, その四角をもとに例えば角が落ちている, 角が丸くなっているなどと“こまか”な分類をしていると考えられる。

この大まかな分類を行なうことを“形態の類似性認識”と名づけ, 形状のもつ形状固有値という新しい概念をもとに形態のもつ類似強さを数値的に表現することを試みた。

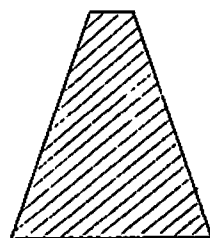
2. 形状固有値による類似性認識

形態の示す類似性の例を図1に示す。(a)は3角形(イ)の1つの頂点を順次削り取って行った場合である。削り量の少ない場合には, 大まかに見て3角形に見えるが, 削り量が大きくなると4角形と見る。(b)は正5角形の対向する2辺を延長した場合である。延長量の少ないときはまだ5角形に見えるが, 延長量が大きいと4角形に見える。正確には(a)(イ)は4角形であるが大まかには3角形と見る。(b)(イ)は5角形なのに4角形と見る。この大まかな見方を数値的に表現できればすてきである。

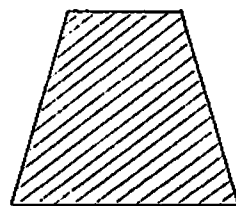
ひとくちに4角形とか8角形というが, この○○角形ということを数値的に表現できるであろうか。頂点の数のみでは図1(a)(イ)は4角形であるから5角形に近づけることはできない。形態を数値で表現できたのは, 形状固有値という新しい概念の導入による。



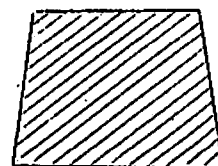
(イ)



(ロ)

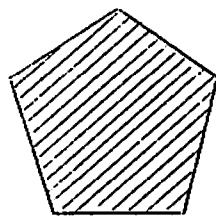


(ハ)

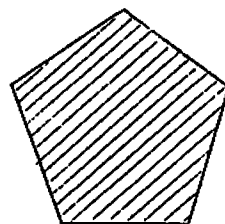


(ニ)

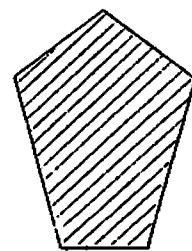
(a) 3 角形からの変形形態



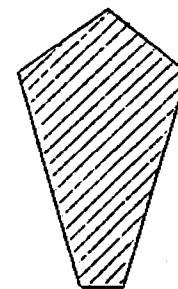
(イ)



(ロ)



(ハ)



(ニ)

(b) 5 角形の変形形態

図1 形態の変形

形状固有値は図2に示す図形射影による無次元面積比から作られる数値である。図2(a)で基準軸 X_0-X_0 軸上に姿勢角 θ をもち図形が置かれている。この

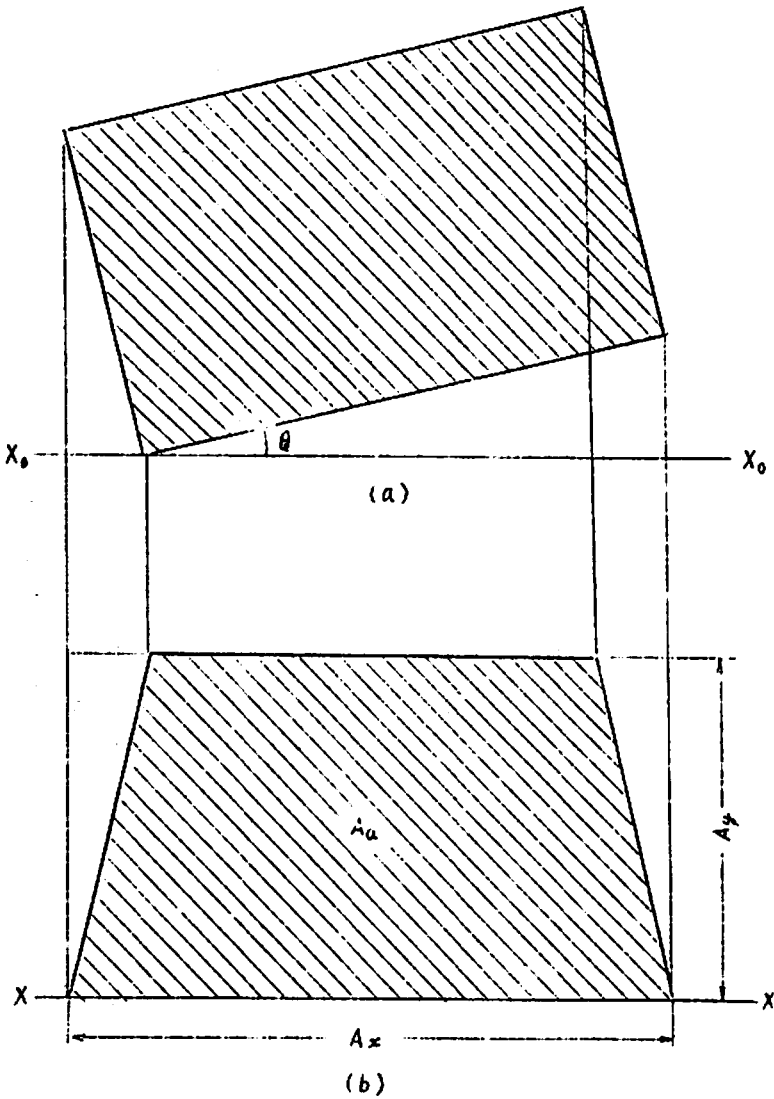


図2 形状固有値

図形を(b)のX-X軸上に射影する。(b)図でX方向の最大幅 A_x とそれに直角な方向の最大長さ A_y を求める。さらに(b)図上の実面積 A_a を求める。これは図形の実面積に等しい。これらの数値を用い $S = A_a / (A_x \cdot A_y)$ から求めた数値を形状固有値と定義する。

図2(a)で図形を置いた姿勢角 θ によって、この形状固有値が変化するものもある。3角形の場合は $S=0.5$ で θ に無関係に一定値をとる。円形の場合も $\pi/4$ と一定である。4角形の場合には $0.5 \sim 1.0$ で置かれた姿勢角によって変化する。4の倍数角形を除く正多角形では、形状固有値は姿勢角に無関係に形状のもつ固有の値で表わされる。図3にこの関係を示す。

図4は平行四辺形の頂角を変えた場合の姿勢角と形状固有値の関係である。頂角が変わっても形状固有値は $0.5 \sim 1.0$ の範囲で変化し違いがない。しかし、形状固有値の最大値間あるいは最小値間の位相差は異なる。この場合、最大値間位相差が頂角を最小値間位相差が辺比を表わしている。

このように、形状固有値は4の倍数角形を除く正多角形では姿勢角に無関係に固有の値をもつ。4の倍数角形あるいは変形された形態では姿勢角とともに変動する。この固有な値、変動を調べることによって形態の類似性認識を行なうことが可能である。

姿勢角を変えた場合に得られる形状固有値の最大値と最小値の平均値を \bar{S} とし、その変動幅を ΔS とする。これらの値をいろいろな形態に対して求め、 $\bar{S}-\Delta S$ 平面で図示したのが図5である。大まかに図形を見て、似ていると思われる図形は同じ所に集中している。この図から幾何学的な図形でもっとも極端な個性を示すものは3角形、円形の3図形であるといえる。これは、われわれ人間のもつ大まかな見方とも一致するであろう。

形態相互の類似性認識は図5に示す $\bar{S}-\Delta S$ 平面上における図形間の距離を類似強さを表わす量と定義する。図において正6角形と正7角形の配置状態から見ると、円形により類似している形態は正6角形の方である。この結果は、われわれの多くがもつイメージとは異なる。しかし、これらの形態を幾何学的

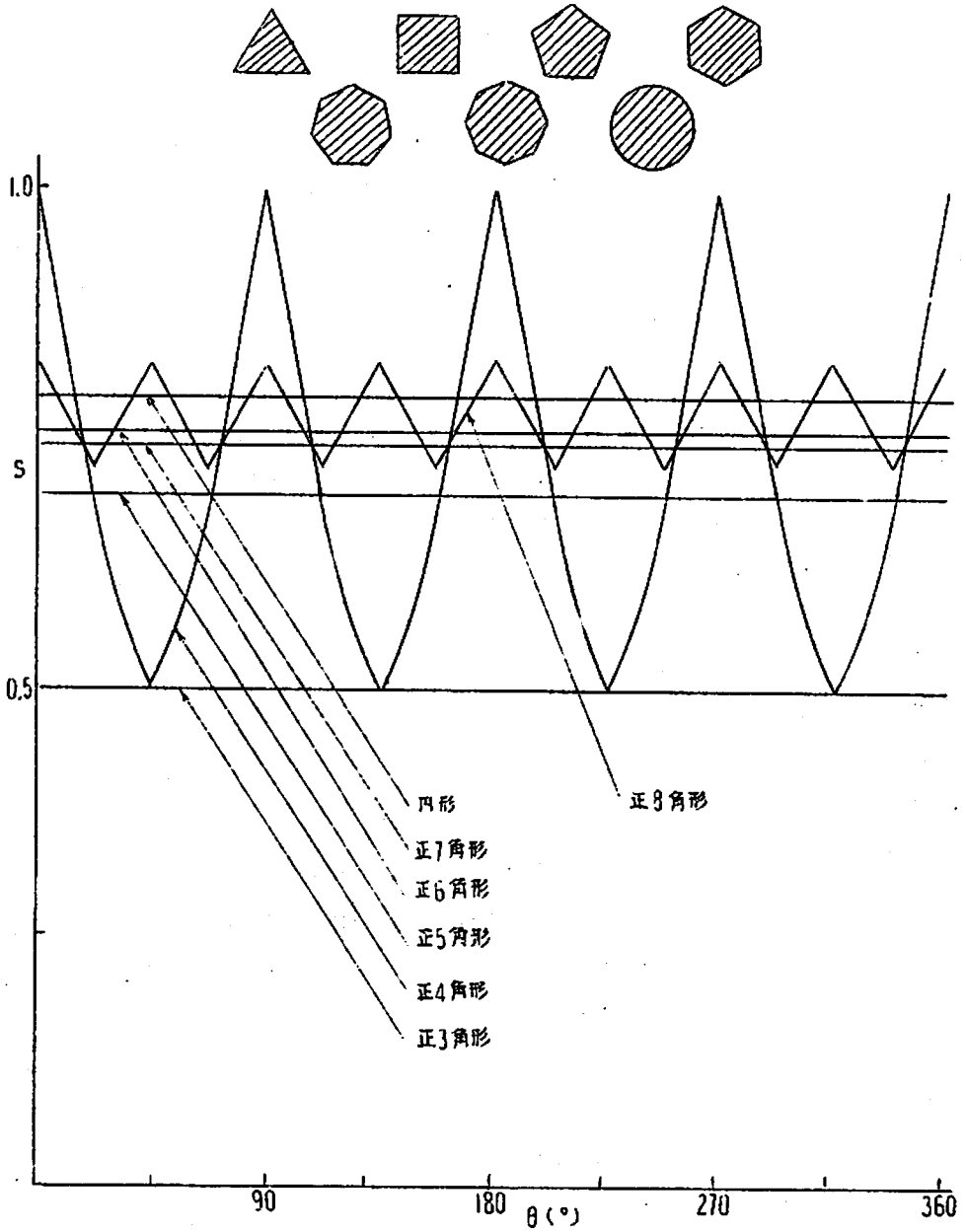


図3 正多角形における姿勢角と形状固有値

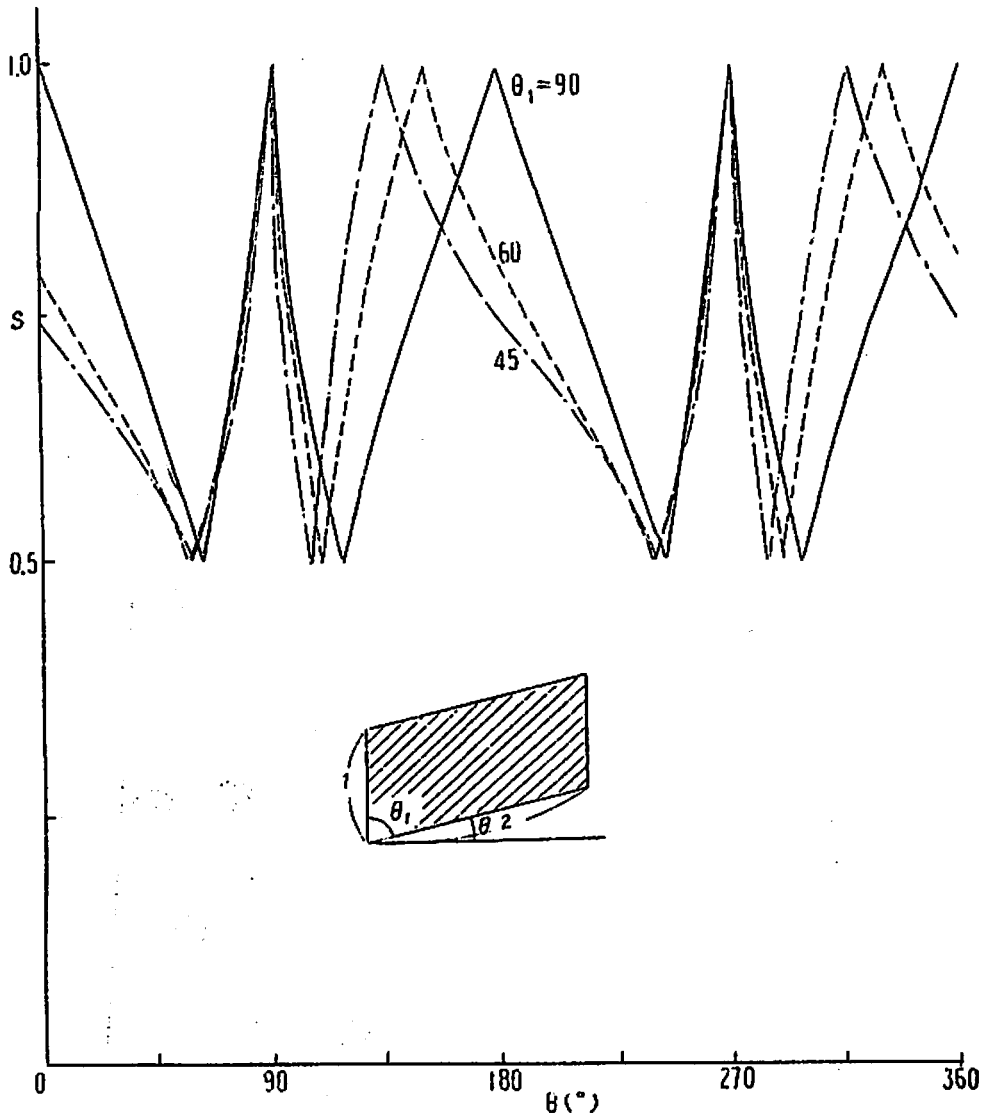


図 4 平行四辺形における姿勢角と形状固有値

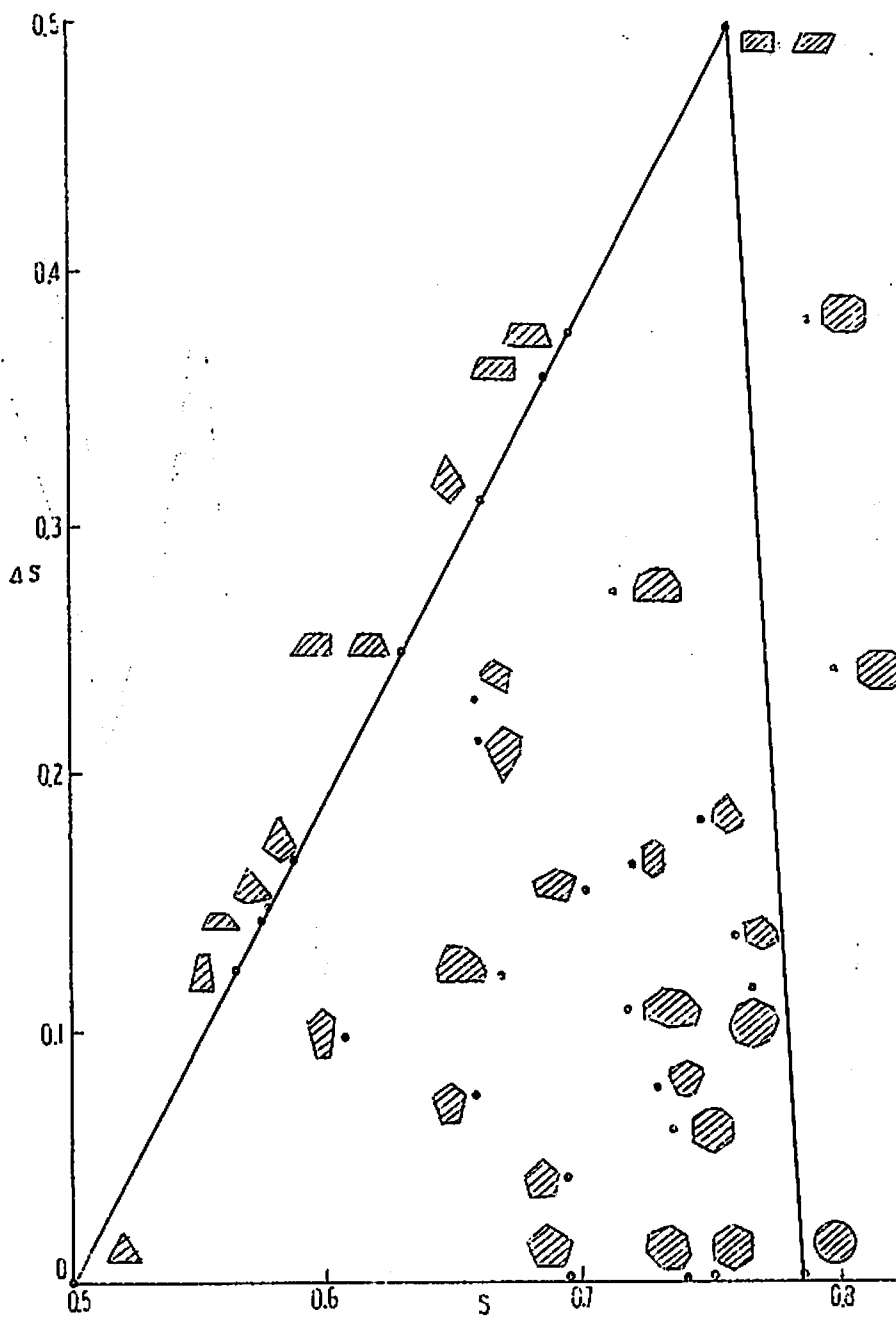


図5 形態の類似分布

な立場から見なおしてみると、正六角形と正七角形では基本的に異なる性質をもっている。すなわち、正六角形は偶数角形であり、正七角形は奇数角形である。したがって、正七角形は奇数角形である3角形の個性をより強くもっている。われわれは正 n 角形の n が無限大の形態が円形であるとのイメージを強くもっている。この考え方が人間のもつイメージであり、むしろ形状固有値から求められる結果の方が妥当性があると考えられる。

しかし、図5での分布状態そのままでは4角形的位置が何となく人間のもつ対3角形、対円形との距離から表現される3類似強さのイメージに合わない。そこで、例えば図5を図6に示す $\bar{St}-\Delta St$ 平面に変形させる。この変形を“意識フィルタ変換”と名づける。意識フィルタ変換は任意に行なうことが可能である。図7は別の意識フィルタ変換を行なった例で、この場合には3角形、台形、4角形、円形のみで分類しかできず、幼稚な認識といえる。これらは3角形、4角形、円形は形態的に類似性がないと見なした場合の例である。

もっとも形態が類似しているときの類似強さを1.0とし、成人男子5名の被験者をもとに実測した結果によれば、3角形と4角形との類似強さは1.2、3角形と円形は0.5、4角形と円形は2.7であった。また、各形態相互の類似強さを調査した。その結果を表1の中央斜線右上部に示す。この分布に合うよう意識フィルタ変換を行なって得られたのが図8である。その結果は表1中央斜線左下部に示すように人間の実測結果とよい一致が見られる。

$\bar{St}=a_1(\bar{S}-0.5)^{1.5}$ 、 $\Delta St=a_2\Delta S^{0.5}$ という変換は、人間が形態認識においてもつ意識状態を表現するものであり、“意識フィルタ”ともいえる。この意識フィルタの違いにより人間の生活環境差、年齢差などを含めた個人差を知ることでもできそうである。

3. おわりに

形状固有値という概念を導入することにより、きわめて人間に近い形態認識が可能であることが分った。この形状固有値という概念の原理は非常に簡単であり、人間が行なっている大まかな認識における認識方法と相通ずるものがある。

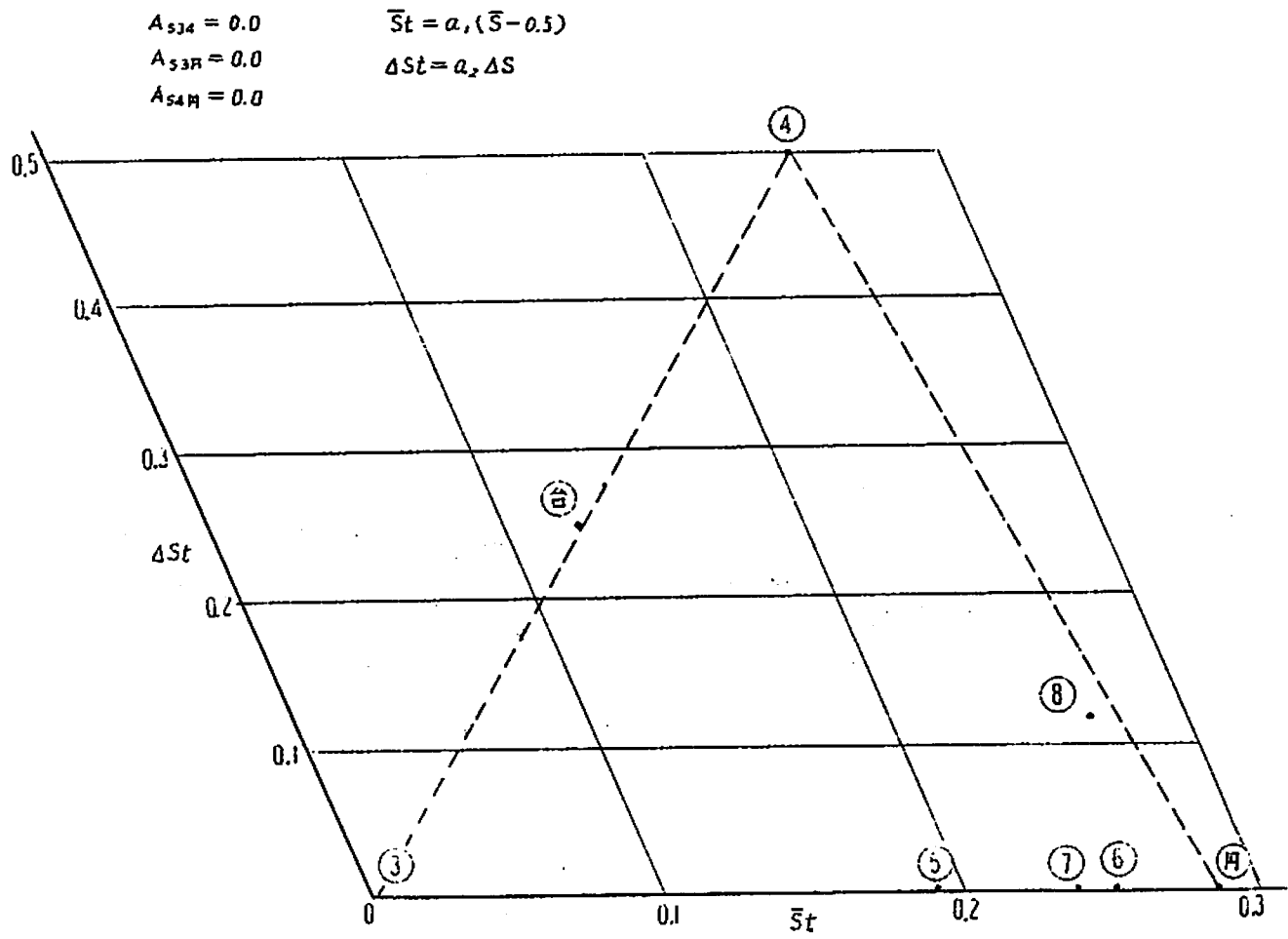


図6 意識フィルタの例(例1)

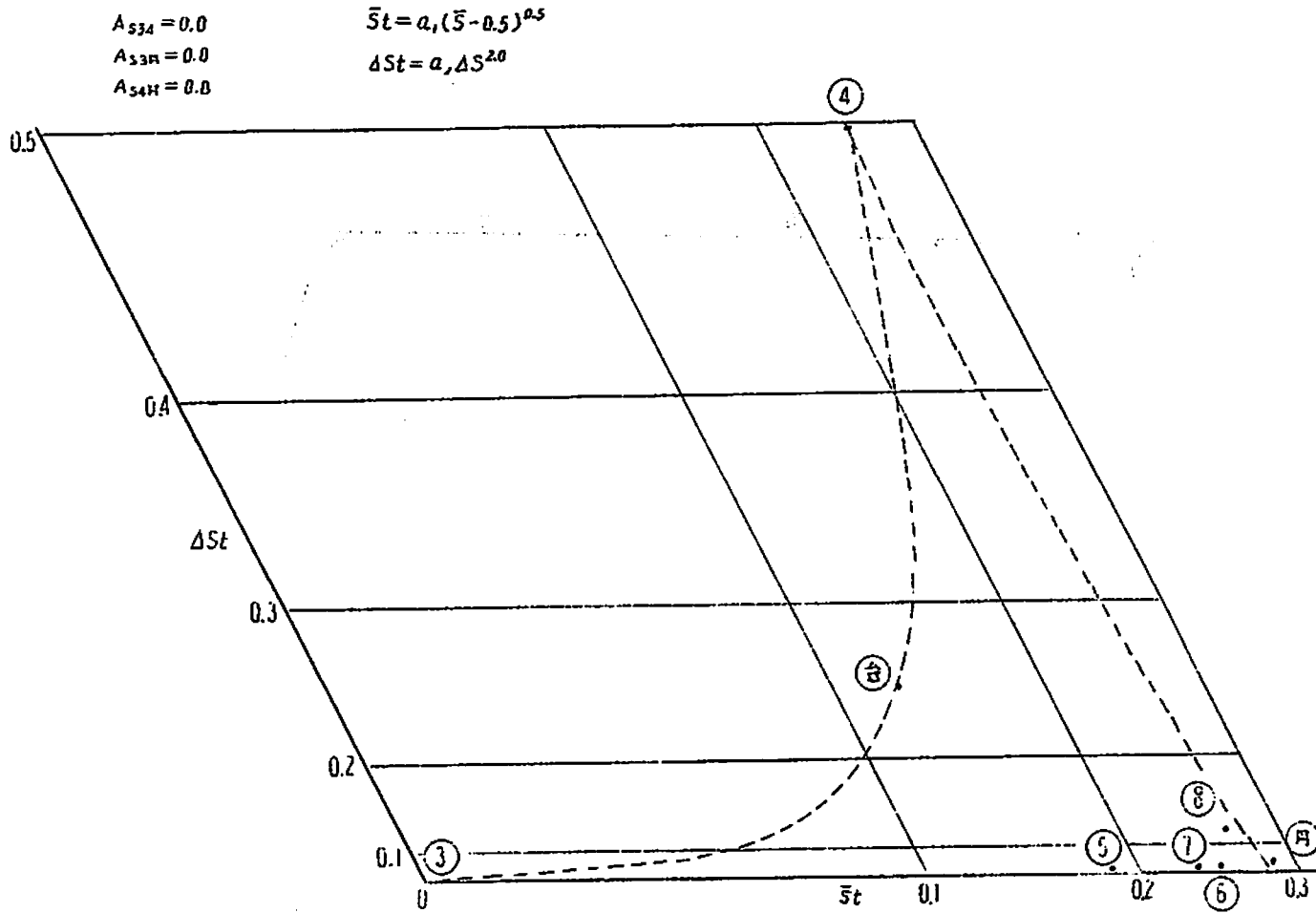


図7 意識フィルタの例(例2)

$$A_{534} = 1.2 \quad \bar{S}t = a_1 (\bar{S} - 0.5)^{1.5}$$

$$A_{537} = 0.3 \quad \Delta St = a_2 \Delta S^{0.9}$$

$$A_{544} = 2.7$$

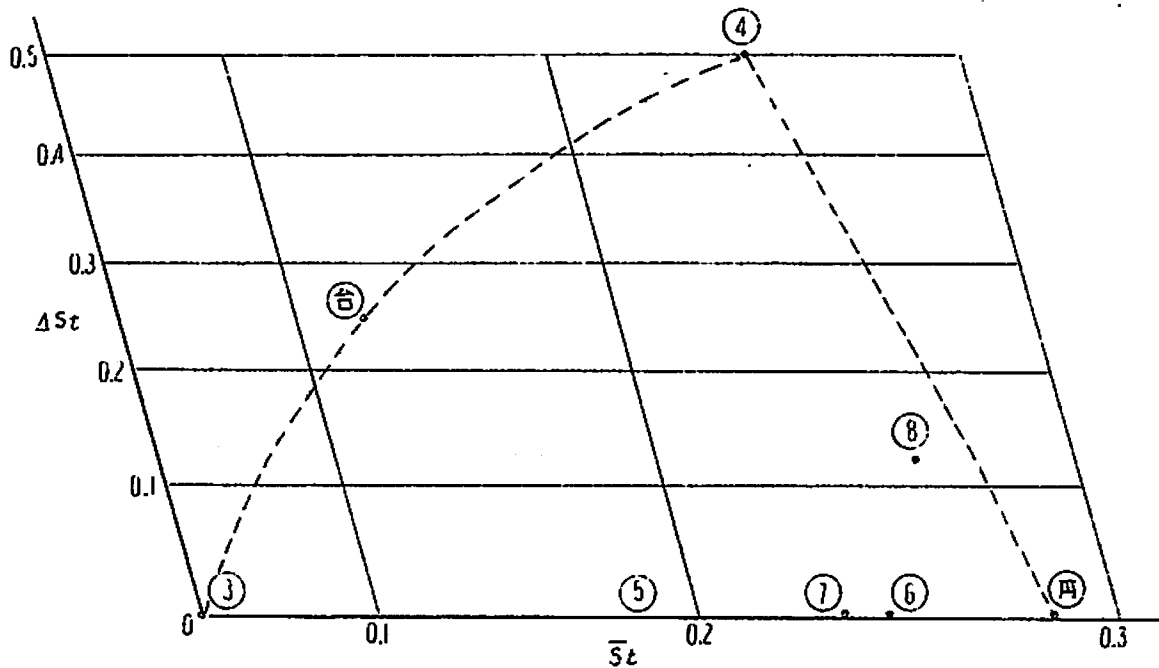


図8 意識フィルタをかけた形態の類似分布

表1 形態間の類似強さ

		人間における類似強さ(実験値)							
標準パターン		3角形	台形	平行四辺形	正5角形	正6角形	正7角形	正8角形	円形
座標変換による類似強さ	3角形		5.8	1.2	4.8	2.6	1.8	1.0	0.3
	台形	6.1		5.3	3.8	3.4	2.0	1.7	0.8
	平行四辺形	1.2	4.8		4.1	4.6	3.5	5.0	2.7
	正5角形	4.7	5.2	3.6		8.8	8.0	6.2	5.5
	正6角形	2.1	3.0	3.4	7.3		9.2	8.2	7.6
	正7角形	2.6	3.5	3.5	7.9	9.4		9.2	8.5
	正8角形	1.7	3.4	4.9	6.6	8.2	8.1		7.7
	円形	0.3	1.5	2.7	5.6	8.2	7.7	7.7	

るように思われる。

現在、この手法をさらに追跡、検討を行っており、もっと複雑な形態の類似性認識ができる見通しが得られている。この認識手法の応用として、日用品、機械部品などの認識の他に、文字認識さらに医療診断におけるX線写真の解析、染色体の異状検出などの自動診断装置に利用が可能ではないかと考えている。さらにこの分野における専門の方々からの御教示をお願いしたいと思っている。

研究速報

視覚障害者の歩行

徳田 哲男 (都立老人総合研究所)

(はじめに)

視覚障害者の為の点字タイルは、最近ではどこの都市に行っても目に止まり、歩道にはその色あざやかな長い帯が続いている。しかし、点字タイルは、その材質、タイル面の凹凸の高さ、その大きさ、タイルの間隔などまだ問題点が多く残っている。「視覚障害者の交通施設利用行動の実態」という研究テーマの一環として、視覚障害者の歩様を極めてマクロではあるが把握したのでその一部を報告する。なお考察の対象として、健康青年、健康老人のデータ⁽¹⁾を参考にした。

(対象者及び方法)

- ・ 視覚障害者青年 6名 (男性4名, 女性2名) 年令 19才~25才
- ・ 視覚障害者中・老年 5名 (男性3名, 女性2名), 年令 49才~61才
- ・ 健康青年 17名 (男性10名, 女性7名) 年令 16才~29才
- ・ 健康老人 21名 (男性4名, 女性17名) 年令 66才~77才

16m/m 撮影機により被験者の自然な歩行状態を撮影し、Cadence, Step Length, Speedについて各々求め、各グループについて統計学的処理を行なった。また視覚障害者については屋外(青年は国鉄平塚駅・中・老年は地下鉄護国寺駅でいずれも誘導用点字タイルが敷いていない場所)、健康者については屋内に歩行路を設定して撮影を行なった。なお、視覚障害者については被験者数が少なく、病状なども一定ではないので今後さらに補強してゆきたい。

(結果及び考察)

Cadence, Step Length, Speed の3項目について、視覚障害者青年、視覚障害者中・老年、健康青年、健康老人の比較を図-1に示す。グラフ中の

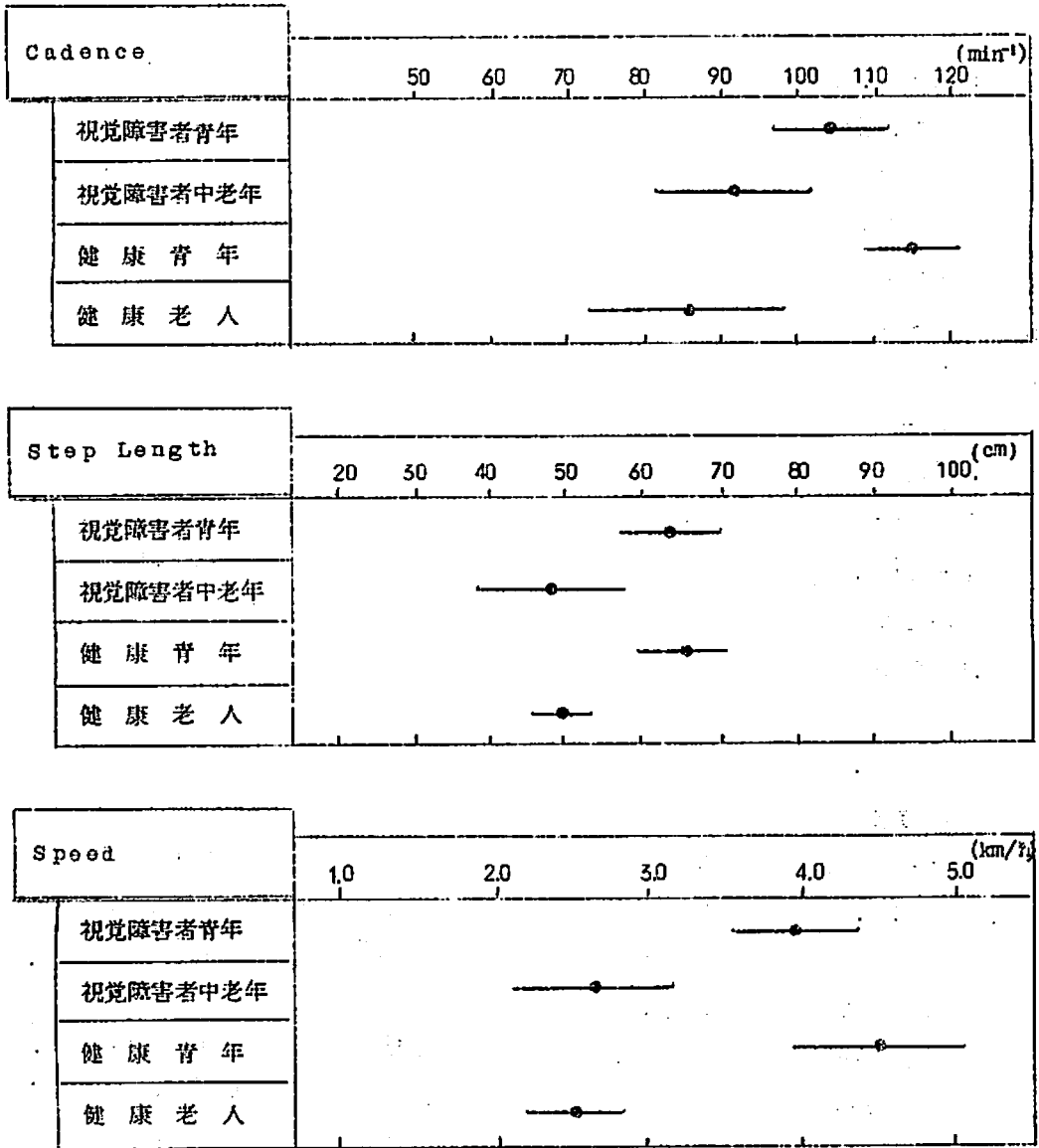


図1 歩様の比較

黒丸は平均値，それを横切る実線は1標準偏差を表わす。また図-2では各項目について，被験者群間の有意差検定を行なった。

一般に視覚障害者の歩行は健康者と比較して Step Length が短かく，Cadence にはそれほど差がみられないように思われているが，結果は逆となり，健康青年と視覚障害者青年の間で Cadence が危険率1%~5%の間で有意な差がみられる一方，Step Length にはほとんど差がみられなかった。また老年になるに従って，健康者と視覚障害者との間には，Cadence, Step Length 共に差がみられなかった。青年間に Cadence の差がみられた理由として，視覚障害者は歩行中に白杖を地面に叩くタイミングと，歩行中での下肢の動きとが一致する。即ち，矢状面に向って左右どちらか一方の側に白杖の先端で地面を叩くときが，その反対足の Heel Contact 時附近に相当し，次に同足側が遊脚期に移り，そのうち Heel Contact となる時点では，Heel の位置は白杖の先端が地面を叩いた地点へほぼ落ちる。

このことから視覚障害者の歩行は白杖を左右に振り，前方の地面を先端で叩くことにより，Cadence を変化させ，歩行速度を調節しているものと思われる。この考察を裏付ける資料として，視覚障害者が歩行する際に杖を使用するようになった歴史を簡単に紹介する。この方法はフーパーにより確立され（1943年），そのうちフーパーテクニック⁽²⁾として視覚障害者の間で広く利用されている。このフーパーテクニックとは，杖を視覚障害者の前方へおいて弧を描いて振るとともに，各歩ごとに，これから踏み出そうとするうしろ足の前方の地面を叩くことによって，物にぶつかった時の衝撃を緩和する緩衝器，および物の存在を感知するさぐり針（Probe）として杖を役立せようということであり，この杖の使用方法はどうするかを知ってしまった後は，ゆびで印をその先端で立てるように簡単なことであったが，視覚障害者の歩行にとって，この方法は全く革命的なものであった。

しかし，中・老年の視覚障害者は，歩行中白杖の先端を地面につけて前方へすべらすようにして歩く者が多く，青年層とは異なった使い方をしており，

Cadence	視覚障害者青年			
	視覚障害者青年	視覚障害者中老年		
	視覚障害者中老年	(*)	健康青年	
	健康青年	(**)	(***)	健康老人
	健康老人	(***)	(—)	(***)

Step Length	視覚障害者青年			
	視覚障害者青年	視覚障害者中老年		
	視覚障害者中老年	(***)	健康青年	
	健康青年	(—)	(***)	健康老人
	健康老人	(***)	(—)	(***)

Speed	視覚障害者青年			
	視覚障害者青年	視覚障害者中老年		
	視覚障害者中老年	(***)	健康青年	
	健康青年	(*)	(***)	健康老人
	健康老人	(***)	(—)	(***)

(注) 有意差検定は以下の4種類に分類した。

- 1%以下の危険率…(***)
- 5~25%の危険率…(*)
- 1~5%の危険率…(**)
- 25%以上の危険率…(—)

図2 各項目についての有意差検定

Cadence, Step Length, Speed, 共に視覚障害者の中・老年者と, 健康老年者の間に有意な差はない。Speed に関しては, 健康者, 視覚障害者を問わず, 青年層と老年層で各々1つのグループを形成しているが, このデータは縦断的に年齢をつかまえているのではない点に留意すべきである。

前述したように今回のデータは「視覚障害者の交通施設利用行動の実態」の一部であり, これらの結果が点字タイルの敷き方などの一助となれば幸いである。

(参考文献)

- (1) 徳田哲男, 山岸豪: 老人歩行—光学的分析による。12-2, 97/104, (1975)
- (2) Joseph H. Runci; Peripatology and How It Is Working. Boston Univ. (1962)

国際会議

CALL FOR PAPERS
1977 SYMPOSIUM ON BIOMECHANICS
in connection with the
ASME 1977 SUMMER
APPLIED MECHANICS/BIOENGINEERING
FLUIDS ENGINEERING CONFERENCE
to be held at
Yale University
New Haven, Connecticut
June 14-16, 1977

This Symposium on Biomechanics is jointly sponsored by the Applied Mechanics, the Bioengineering and the Fluids

Engineering Divisions of the American Society of Mechanical Engineers. This call is to request papers in all areas of mechanics which relate to biological phenomena and/or medical applications.

A total of six sessions is planned to run consecutively over the three days of the meeting. Three sessions will be devoted to solid mechanics and three to fluid mechanics applications. There will be a limited number of invited general lectures.

Papers may be submitted in either compact or full length format. They will be reviewed by the Biomechanics Symposium Committee. Accepted papers will be published in compact form in the bound Symposium Proceedings. In addition, accepted full length papers will be preprinted. Both the Proceedings and the preprints will be available at the meeting.

Compact Format

To encourage maximum participation and exchange of information among workers in biomechanics, compact format will be the primary form utilized. Papers should be submitted on author-prepared mats and are limited to two pages plus not more than two pages of figures. Accepted papers will be assigned fifteen minutes presentation time followed by a five minute discussion.

Full Length Papers

Accepted full length papers will also be assigned fifteen minutes presentation time and five minutes discussion. Papers are to be submitted on author-prepared mats (6,000 words max. including figures allowance) following ASME Journals format. Authors of full length papers are requested to submit also a one page abstract for inclusion in the Symposium Proceedings.

Upon request, full length papers will be forwarded to the editor of the ASME Journal of the author's choice for consideration for publication. Please note the earlier submission date in this case.

Full length papers already accepted for publication by ASME Journal but yet published and not scheduled for presentation at any other ASME meeting may be submitted for presentation at the Symposium by sending a one page abstract for inclusion in the Symposium Proceedings.

Deadlines

Submission for journal publication due:	December 1, 1976
Submission of other full-length and compact papers due:	February 1, 1977
Review and selection completed:	April 1, 1977
Authors notified notified by:	May 1, 1977

Please note that all papers submitted in compact or full

length form should be typed on the appropriate masters.
Please do not submit any other form.

Typing instructions and blank masters may be obtained
by writing to either of the co-chairmen:

Richard Skalak
Columbia University
Department of Civil Engineering and Engineering Mechanics
610 S.W. Mudd Building
New York, New York 10027

Albert B. Schultz
University of Illinois @ Chicago
Department of Materials Engineering
Box 4348
Chicago, Illinois 60680

Other members of the Biomechanics Symposium Committee
are:

S.C. Cowin, Tulane University
F.B. Gessner, University of Washington
K.E. Hickman, Borg-Warner Corporation
A.S. Kobayashi, University of Washington
T.J. Lardner, University of Illinois, Urbana
G.K. Lea, National Science Foundation
J.L. Lewis, Northwestern University
R.M. Nerem, Ohio State University
S. Saha, Yale University
S.L.Y. Woo, University of California, La Jolla
W.J. Yang, University of Michigan

5 月例会の記録

日 時：5月26日 14.10~16.40

場 所：早稲田大学理工学部51号館2階会議室

参加者数：21名

触覚 (あらさ) 判定における情報処理

野 呂 影 勇 (慶大)

金属その他加工面のあらさは、寸法精度、面の外観あるいは滑り面での摩擦やはめ合いなどに関係するので、古くから研究対象となっている。実際の作業現場では、表面あらさの程度や可否は、あらさ標準片と試料片を人間の感覚で比較判定することが多い。比較判定は、試料の意図に応じて、視覚、触覚および視×触で行われる。以前と比べると面の精度の要求が非常に高くなりつつある今日、感覚による判定がどこまで正確か、判定精度を上げるにはどうすればよいかなど、多くの問題が人間の感覚に関連して生じている。

本研究は、表面あらさ測定の際に人間の内部で、どのように触覚判定が行なわれているかを実験により解析した。研究は現在進行中であり、中間的な結果について紹介する。

実験) 試料： 黄銅の旋削加工面で、あらさに関する物理特性 R_{rms} 、ピッチ、 W_{EA} 、山の頂きの形状を計画的に組合せ加工したもの計18個である。被験者(測定者)：光学関係企業で表面加工とその検査に従事する技能者7名。測定法：一対比較法。解析1：多次元一対比較モデルを想定し、それにもとづく解析を行い。個人毎の測定パターンを求めた。解析：多次元尺度構成法キャロルのモデルにもとづく解析を行い、解析1の結果のチェックを行った。

結果) 解析1により、測定に影響を及ぼした物理特性の推定と測定成績を測

定者毎に求めた。その結果，測定者に共通してRrms と平均ピッチが大きく影響を及ぼしていることがわかった。ただし，成績の悪い2名については，そのあらし測定が，Rrms と平均ピッチのいづれか一方に偏寄っていることがわかった。上記2物理特性の影響は，必ずしも独立ではなく，交互作用あるいは，いくつかの特性の相乗的影響が存在するであろうことが結果から考えられるが詳しい内容は，今回の解析では不明であった。解析2は， n 個の試料の布置される m 次元空間を求め（ $m < n$ ），その空間に測定者が個人毎に評価ベクトルを定め，あらし測定を行うと仮定している。個人差は，ベクトルの傾きで与えられる。このモデルによって得た結果から，解析1の多次元一対比較モデルの仮説が妥当であることがわかった。また，この解析では個人の違いがベクトルで表示されるため，解析1とは異った視点から検討が加えられ得る。以上の解析を総合することにより，本研究の目的であるあらし判定時の人間の情報処理の内容がある程度あきらかとなった。

本研究は，人間の集団のデータを1つに集約して理解するのでなく，個人のデータを1つの情報単位として理解することを基本としている。いわば個人差情報に基づく人間行動の解析の方法論を確立することにも研究の意図がある。

官能検査による硬さ感覚の定量化

一 丸 清 貴（早大）

感覚計測という計測工学上の1つのジャンルが形成されている。それは次のように定義される。即ち，「人間感覚が関与する測定対象（感覚量）を，機器を用いて測定し処理することにより，人間感覚器を使うことから生ずる不安定さを消去して客観性を増し，また自動化への手法を与えうる測定」が感覚計測である。我々はこの感覚量として硬さ感覚をとりあげ，これを定量化，自動化することを目的として研究を行ってきた。このような感覚計測を行なうには次の2つのステップが必要である。

- (1) 測定対象に内在する物理量を測定する。
- (2) ある数値処理を行なうことにより、人間の感覚に対応のとれた指標を得る。

そこで硬さ感覚に関して、これらの2点について考えてみる。まず測定すべき物理量についてであるが、これまでの硬さ計測においては、反ばつ係数や、ばね定数といった単一の物理量のみを選定していた。しかし我々の場合、硬さ計測の対象として生体組織や高分子のような柔軟な物質を考慮しているため、はずみを表現する弾性定数とねばり気を表現する粘性定数との2つの定数の関数として硬さ感覚を表現しようとした。そこでまず対象物体を線形粘弾性モデルのケルビンモデルとしてその挙動を近似するという解析手法をとることにした。次に第2ステップとしての人の感覚と対応をとるということであるが、これには官能検査の手法を用いている。即ち、粘弾性定数可変のケルビンモデルを機械的に実現した試験片を製作し、これを用いて10人の被験者に対して、分量評定法と半分割法によって検査を行なった。この結果を解析するに当たっては、S. S. Stevens の法則を適用し、硬さ感覚を表現するパラメータとして次の2つのものを導いた。

(1) 質的硬さ—どのよう硬いか (様相)

(2) 量的硬さ—どのくらい硬いか (程度)

Steven の法則によれば、このような分類を行なった場合、質に関する感覚量については Fechner の片対数法則

$$R = \alpha \log S + \beta \quad (R: \text{感覚量} \quad S: \text{刺激})$$

が成立し、また量に関しては、Stevens (Plateau) の両対数法則

$$\log R = \alpha \log S + \beta$$

が成立するとされている。そこで検査結果を以上の法則により考察し、これが成立するような刺激源を、粘弾性両定数の関数として求めた。その結果、量的硬さに対応するパラメータとしては (弾性定数) \times (粘性定数) を、また質的硬さに対応するパラメータとしては、時定数に相当する (粘性定数) / (弾性

定数)を選定することが適当であることが考えられた。

これらのパラメータを使用して、種々の対象市販コンニャク、生体組織等について計測実験を行なった。そして、両パラメータをX-Y軸にとることにより、ある物質の硬さ特性を平面上の一点で表現することができ、これまでの一次的表現方式と比較して、より直観的かつ人間感覚によく適合した表現方式であると思われる。

我々は、この研究方式の最終目標として、医師の触診の定量化・自動化を想定している。そして現在、乳癌について、腫瘍の発見・診断を目標として、腫瘍の大きさ、境界の明瞭性、腫瘍の相対的可動性等の診断項目各々について、その定量的表現方式の開発と、そのための計測機器の開発にとりかかっているところである。

第63回ソビーム例会を司会して

尾崎省太郎(機械技研)

人間による官能検査というものがある。本位は、物理的な意味で定量化ができるものであれば、この人間による官能検査というものはない。個々の要素は物理的に定量化できるのであるけれども、それらの総合的なものを一つの表現で表わすような場合にも、人間による官能検査を使わざるをえなくなっている。

工学・技術的にこれらの判定結果が利用価値のなかったときには、人間による良否判定の手段として、官能検査を使えばよかった。しかし、工学・技術の進歩にともない、逆に人間による官能というものを定量化し、反映しなくなったも当然であろう。

この人間による官能検査において、野呂先生から示された個人差を与える要因は興味深かった。それは、

1. 民族差,
 2. 民族差内での個人差,
 3. 性差,
 4. 環境差,
 5. 年令差,
 6. 季節差,
 7. 日差,
 8. 時刻差
- という個人差を発生させる要因である。

これらの要因を考えるなら、確かに人間という官能検査というものの定量化ということは大変なことであろうと推定できる。

加工された金属面の既知データをもとに、現場の技能工を被験者にしてのデータが示された。大きく四つのパラメータを与えての考察から、単細胞的判定をするのはグレードが低いというのには興味深かった。官能検査結果の表現が単純になればなる程、多くのパラメータを総合して複雑に人間は判定を下していることになるのであろう。この種の追求がなされると、工業製品の「品位」といわれるものも、何らかの形で定量的に一見他のパラメータから決定されることになるのであろう。

硬さ（逆の表現はやわらかさ）も人間の官能による定量化されたものといえる。硬度というものでさえ材料の何の特性を適確に表現されているのか分らない現在、「やわらかさ」になるものは益々定量化に困難であろう。しかし、多くのものが現実にもそこにあるし、それをベースに各種のこと（例えば医学での診療）に使われている。人工的な計測器の開発を目的に研究された結果が報告された。

いずれの場合も、手による触覚ということに限定されていた。しかし、人間は視覚によるものが大きな影響を与えているのではなからうか。触覚に無関係なこの視覚というもののパラメータを入れることが、官能検査での解析で必要とされるのではなからうか。

正 誤 月報 66, 8 頁上から 5 行目に次の記事を追加します。

2 月例会の記録

日 時：2月28日 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：21名

今月の入会者

番号	氏名	所属機関	勤務先	住所	卒業校年次
オ32	岡田 徳次	電子技術総合研究所制御部システム制御研究室	〒100 千代田区永田町2-6-1 TEL03-581-0441 内611	〒120 足立区千住東2-21-2-805 TEL03-870-2497	新潟大 昭44年卒
ナ15	長友 正治	長友機械技術工務所	〒108 港区高輪2-15-11 高輪ホワイトマンション404号室 TEL03-445-7479	〒108 港区高輪2-15-11 高輪ホワイトマンション404号室 TEL03-445-7479	満州国立新 京工業大 昭17年3 月卒
ア17	阿部 紀子	慶応義塾大学	〒223 横浜市港北区日吉町832番地	〒193 八王子市めじろ台3-11-10 TEL0426-63-8123	慶応義塾大 昭52年見 込
オ33	小野塚 敏明	早稲田大学理工学部機械工学科加藤研究室	〒160 新宿区西大久保4-170 TEL03-209-3211 内228	〒167 杉並区西荻北3-15-10 TEL03-599-8907	早稲田大学 修士課程 昭53年了 見込
オ34	小河 恵慈	早稲田大学理工学部機械工学科加藤研究室	〒160 新宿区西大久保4-170 TEL03-209-3211 内228	〒350-13 埼玉県狭山市入間川1354-17 狭山台ハイッ F-303 TEL0429-59-8533	早稲田大学 修士課程 昭53年了 見込
カ22	亀山 哲	早稲田大学理工学部機械工学科加藤研究室	〒160 新宿区西大久保4-170 TEL03-209-3211 内228	〒244 横浜市戸塚区飯島町1773-81 TEL045-891-4597	早稲田大学 修士課程 昭53年了 見込

お 願 い

さきにお送りしました会員名簿(1976年版)について正誤などお気付きの点をお知らせ下さい。

第64回 ソビーム例会のお知らせ

下記により第64回ソビーム例会を開きます。おさそい合せの上御参加下さい。

日時：6月23日(水) 14.00~17.00

会場：早稲田大学理工学部51号館2階会議室

話題：北欧のBMEについて 池田研二(東大)

イギリスのバイオメカニズム 加藤一郎(早大)

司会：浅見高明(筑波大)

参加費：会員 300円

学生 無料

非会員 1,000円

次回は7月28日(水)の予定です。

1976 7. 1 第68	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(郵便番号160) 電話 209-3211 内線228
---------------------	--------------------------------	--

目 次

エッセー・昭和元祿の原点	渡辺 茂… 2
リハの原点	檫葉 武… 3
研究速報・人間の速度可変予見制御動作	伊藤宏司… 4
	伊藤正美… 4
技術データ・車椅子における上半身の移動と部材歪	伴 菊夫… 11
国際会議・1977 World Congress of ISPO	… 15
ニュース・機能的電気刺激研究会	… 18
特定研究生体の制御情報システム例会	… 18
New Journal of Bioengineering	… 19
正 誤	… 20
今月の入会者	… 21
例会のお知らせ	… 22

〈エッセイ〉

昭和元祿の原点

渡辺 茂 (東大)

昭和元祿の原点は、バイオメカニズムであるということ、ここで論じてみたいと思う。

元祿時代は、わが国文化の絶頂期であった。浮世絵や歌舞伎をみれば分るように、元祿時代は、人間と人間とのふれあいの場において、もっとも優美であり、もっとも感動的であり、もっとも人情味があった。元祿こそ、人間の「文化」そのものであったのである。

これにたいして、昭和時代は、わが国文明の絶頂期であったと思う。いまやすでに過去のものになりつつあるが、林立するコンビナートや七つの海を行く巨大タンカーの跡を思えば分るように、昭和時代は、人間と機械との握手によって生れた工業界の手によって、もっとも効率的であり、もっとも強力であり、もっとも巨大であった。昭和こそ、工業による「文明」そのものであったのである。

「元祿の文化」が遠い昔に消滅したのにたいし、「昭和の文明」がいまや崩壊しつつあるという違いこそあれ、公害問題や石油ショックをきっかけに、「文化」も「文明」も色あせ、しぼみつつある。

このままでは、人類は衰退しかないと、おおげさに言えば言いたくなるような時代において、ひとすじの光明がバイオロジーによってもたらされようとしている。つまりすべての技術革新が終息したといわれる現代において、人間の最後の科学技術こそ、バイオロジーではないだろうか。

バイオロジーは、自然をみなおし、動物をみなおし、人間をみなおし、人間性をみなおし、福祉をみなおす。バイオロジーこそ、現代に生きる元祿文化の心なのである。

これにたいしてメカニズムとは機械の骨格を意味し、工業の基盤を意味し、強力な支柱を意味する。メカニズムこそ、放置すればあるいは亡びるかも知れ

ない工業界のエッセンスであり真の姿である。文明そのものであるといえる。

さてバイオメカニズムとは、バイオロジー（もしくはバイオニクス）とメカニズムの合成語である。人間を追求するバイオロジーと、機械を組みたてるメカニズムの結合するところ、バイオメカニズムの往く道があるのである。元祿の心に通じるバイオロジーと、昭和の意欲メカニズムの合体こそ、バイオメカニズムの原点であろう。この意味において、昭和元祿は、いま、ただいまから開けるであろうし、その出発地点に、未来を担うバイオメカニズムがあるといいたかったのである。

〈エッセイ〉

リハの原点

礫葉 武 (国立補装具研究所)

今春のME学会の際私の歩行ボタンに関する研究に関して次のような質問を受けた。たしか「義足歩行の歩行ボタンは左右の相関が高い方が良いとは必ずしも言えないのではないか」というようなものであった。私はこの質問を二通りに解釈している。一つは相関という単一的量と歩行ボタンというものの間に果して「相関」があるのかという点であるが、錯覚現象を挙げるまでもなく対象の物理的性質と人間の認識との間には大きな開きがある。しかし測定器による測定量や誘導量をいろいろ調べて何とか利用できそうなものを見つけないというのが現在の一つの目標である。もう一つの問題は義足歩行者が健常者と全く見分けがつかないとき、他の人から同じ取扱いを受けることによってかえって危険を招く場合がありはしないかという点で、これは勿論、ボタンが似ていても機能的に全く異なっている現在の義足そのものに原因するものであるが、現在のコンベンショナル義足が、正常歩容を目指した一つの最終的成果であること、通常はなるべく外観も歩容も似せて作りたいという傾向があること、しかし現実には歩容など全然気にせず堂々と歩いている人も随分多いという事実などをいろいろ考えると、一体全体としてどの様なものがよいのかという

根元の問題に行き着いてしまう。これは単にニーズを工学的仕様に整理するのが難かしいというだけでなく、ニーズの規準そのものが、社会的、心理的、教育的諸要因によって影響されるということである。

石油ショックは明治以来の直線的思考を根本から揺り動かす程のものであったが、リハビリテーションにおいては常にそのような意味での爆弾を抱えている。しかし医学が「治す」ことを目的とするように工学は「作る」ことに関するものであり、「作る人」の立場としては目前の要求に何とか合わせる様努力せざるを得ない。当分の間はいろいろなメニューを出来るだけ多種類用意して試食して貰うしかないであろう。

そういう一つの試みとして現在自動浴洗機というものを手掛けている。これは回転式ブラシをモータで廻すというきわめて簡単なもので、特に目新しい機構や研究対象をもたないものであるが、実際に作っていると実に面白く、ジェームズ・ワット以来の問題即ち工作、精度、はめあい等々が依然として機構の中心的問題であることを再認識し、又これらの伝統的問題の中にも新しい観点から見直すべき点が数多くあることを発見して悦に入っているが工作現場の方としては工場荒しのようなものでさぞ迷惑の事であろう。

この機械は両上腕切断者のためのものであるが、これとて、訓練によって足を使って頭の先まで洗えるようになれば無用の長物だと言われればそれまでであって、リハの問題は常に足元に陥し穴が待っており、リハの原点は工学の次元の外にあるようである。

研究速報

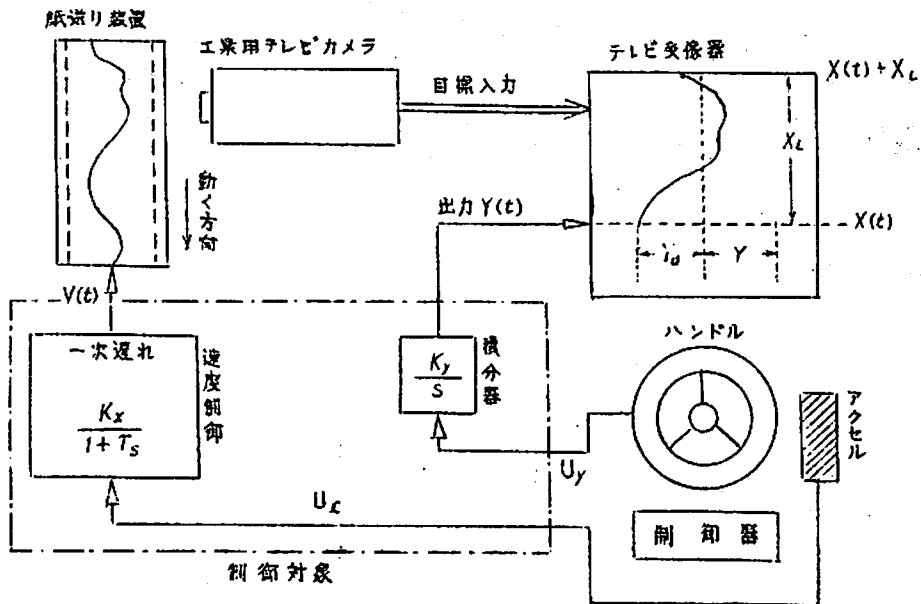
人間の速度可変(Self-paced)予見制御動作

伊藤宏司, 伊藤正美 (名古屋大学・工学部)

1. まえがき

自動車の運転の大きな特徴は、前方の道路より目標値の未来情報を把握できること、及び、それに基づいて速度を自由に変えることができる点にあると思われる。このような手動制御系は速度可変予見制御系 (Self-paced Preview Control System) と呼ばれている。⁽¹⁾⁽²⁾ 本稿では、目標値の未来情報から人間が速度を決定する機構を実験的に解析してみた。そして、実験結果から、人間の予見制御モデルを構成し、その制御構造について検討してみる。

2. 実験装置 (第1図)



第1図 予見追従実験装置

表示装置としてテレビ受像機を用い、画面上に目標値パターン及びスポットを表示する。スポットは制御者のハンドル操作に対応して目標値の現在値と同一水平線上を動く。目標値は前もってチャート紙に描いておき、テレビカメラにより映し出す。制御者はアクセルを操作することにより、紙送り装置の送り

速度を制御することができる。従って、画面上の入力パターンを任意の速度で上から下へ移動させることができる。

3. 実験方法

目標値は矩形波、台形波、三角波、半円及び連続不規則信号を用いた。制御者はスポットがつねに目標値上にあるように操作すればよい。ただ、本実験では、追従速度が任意であり、しかも偏差を小さくすることと速度を上げることは逆の関係にあるので、何らかの制御成績を設定する必要がある。本実験では(1)式の評価を用い、制御者には、この値をできるだけ小さくするように指示した。

$$P.I. = \int_0^{x_F} [Y_d(x) - Y(x)]^2 dx + a \cdot T \quad (1)$$

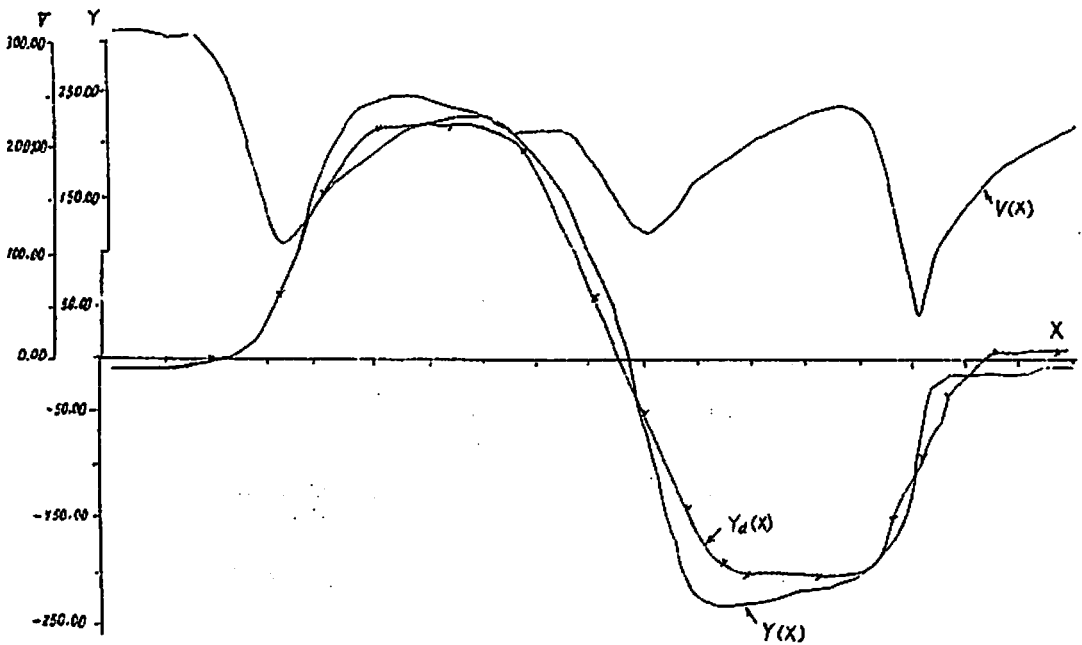
ただし、 x_F : 終端までの距離、 T : 試行に要した時間(秒)、 a : 重みの係数で、本実験では $a = 5$ とした、 $Y_d(x)$: 目標値、 $Y(x)$: ハンドル系統の出力である。

4. 実験結果

目標値 $Y_d(x)$ 、ハンドル系の出力 $Y(x)$ 、追従速度 $V(x)$ の応答波形(台形波)の例を第2図に示す。目標値と追従速度に注目すると、目標値が急激に変化しているところで速度が落ち、変化の少ないところで上昇している。すなわち、追従速度は目標値の微分と相関のあることが推測される。第3図は速度と時間 t に関する目標値の微分の絶対値との相関係数である。大きな負の相関があることが分る。

5. 予見追従モデルの構成

制御者の予見追従モデルとして第4図の制御構造を仮定する。このブロック線図に従って説明する。(1)人は未来の目標パターンを時間的な動きに変換すると考えるのが妥当である。従って、予見区間の目標パターン $Y_d(\sigma)$ ($\sigma \in [x(t), x(t) + x_L]$) を現在速度 $V(t)$ で時間関数 $Y_d(\tau)$ に変換する。



第2図 応答波形 (台形波)

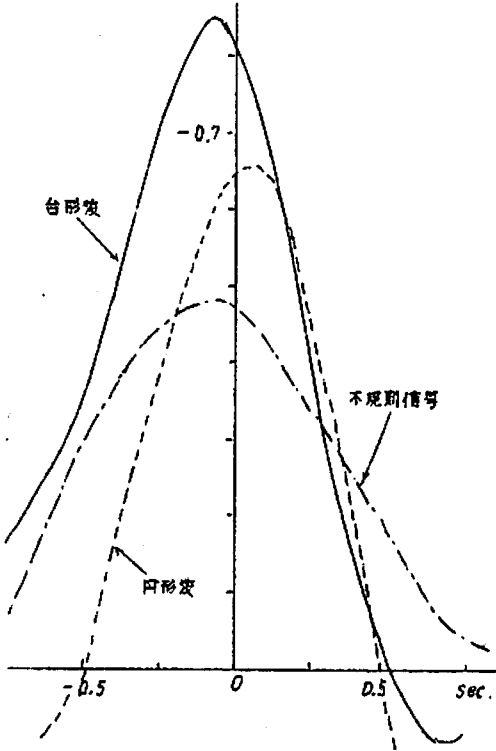
$$Y_d(\tau) = Y_d(x) \left\{ \begin{array}{l} x' = V(t)(\tau - t) + x(t) \\ t \leq \tau \leq t + t_L, \quad t_L = x_L/V \end{array} \right\} \quad (2)$$

(ii) 時間関数に変換した目標パターン $Y(\tau)$ より現在の目標値 $\hat{Y}_d(t)$, 目標速度 $\hat{V}_d(t)$ を決める。 $\hat{Y}_d(t)$ は(3)式のたたみ込み積分で与えられると仮定する。

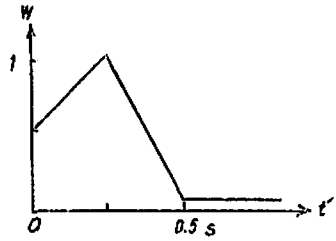
$$\hat{Y}_d(t) = \int_t^{t+t_L} w(\tau - t) Y_d(\tau) d\tau \quad (3)$$

$w(t)$ は重み関数で第5図の形をしている。人間の反応時間遅れを補償するために0.25秒付近にピークがある。詳細は文献(2)を参照されたい。次に、 $V_d(t)$ を求める変換 ϕ として(4)式を仮定する。

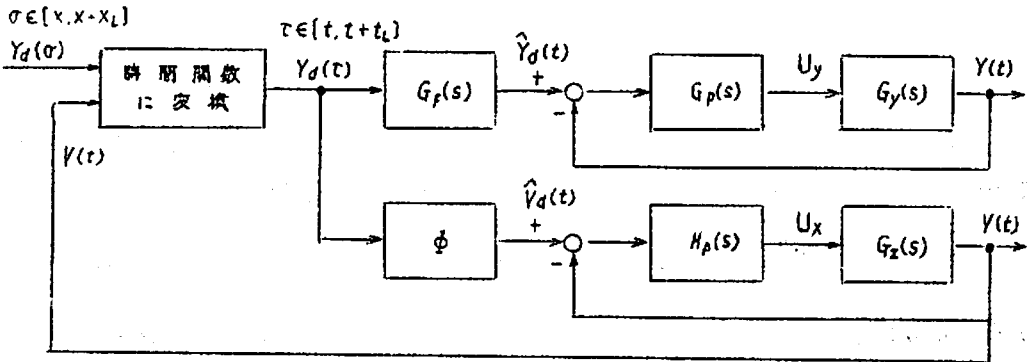
$$m(t) = \int_{t-t_1}^{t+t_2} \phi(\tau - t) [(1-\alpha) |\dot{Y}(\tau)| + \alpha |\ddot{Y}(\tau)|] d\tau$$



第3図 相関係数



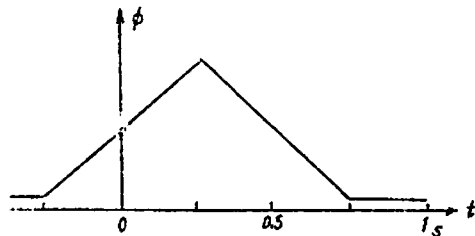
第5図 重み関数 $w(t)$



第4図 予見追従モデル

$$V_d(t) = V_0 \exp(-\alpha t) \quad (0 \leq \alpha \leq 1) \quad (4)$$

ここで、 α は重み係数である。(4)式は人間の追従速度が目標値の時間微分と負の相関があったことから求めた実験式である。 $\phi(t)$ は重み関数で第6図の形をしている。やはり0.25秒付近にピークがある。ところで、(1)より、 $Y_d(t)$ は $V(t)$ が小さいときは引き延ばされ、 $V(t)$ が大きいときは圧縮されて $Y_d(t)$ に変換される。従って、 w 、 ϕ の形から前者では近くのパターンに注目し、後者では遠くのパターンまで考慮することになり、実際の運転感覚ともよく一致する。



第6図 重み関数 $\phi(t)$

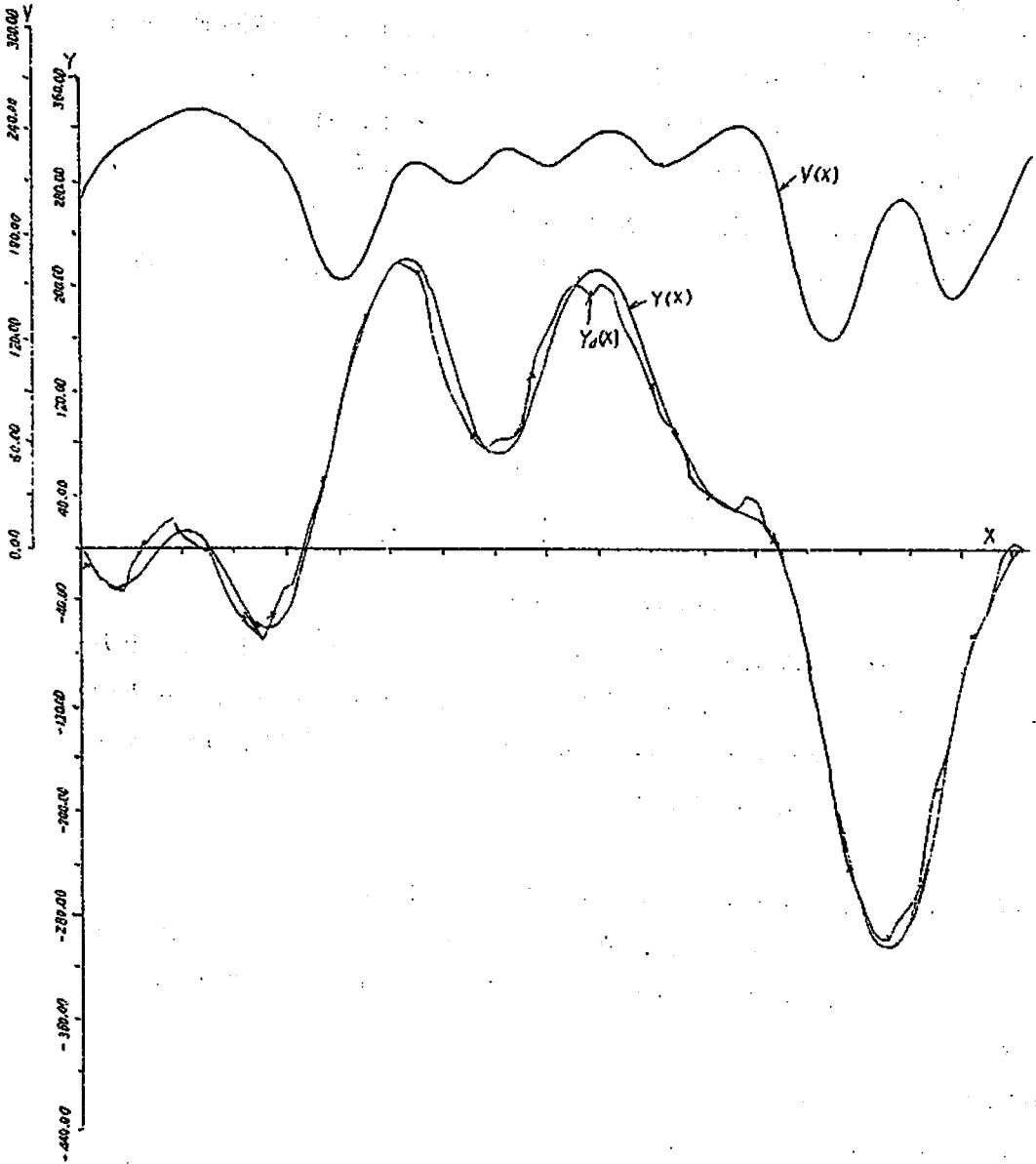
(iii) $\hat{Y}_d(t)$, $\hat{V}_d(t)$ を目標値として各々独立にフィードバック制御を行い、出力 $Y(t)$, $V(t)$ を得る。この部分は、現在値のみを表示する従来の手動制御系と同じである。本稿ではクロスオーバー・モデルを採用している。⁽³⁾ 以上のモデル・シミュレーション例を第7図に示す。

6. あとがき

本稿では、目標値パターンから追従速度をどのように決定するかを中心に、人間の予見追従動作を解析し、制御モデルを構成した。今後、目標値を3次元パターンまで拡張して実際の予見動作に近づけて解析する必要がある。

参考文献

- (1) T.B.Sheridan: "Three Models of Preview Control" IEEE Trans. Vol. HFE-7, No. 2, (1966)
- (2) 伊藤宏司・伊藤正美: "予見制御系における人間の追従機能について" 電気学会論文誌 Vol. C-95, No. 2 (1975), 又は人間工学会15回大会予



第7図 モデル・シミュレーション (不規則信号)

稿集(1975)奈良

(3) D.T. Mc Ruer & H.R. Jex: "A Review of Quasi-Linear Pilot Models" IEEE Trans. Vol.HFE-8, No.3(1967)

技術データ

車椅子における上半身の移動と部材歪

伴 菊 夫 (製品科学研究所)

我々の研究所では、昭和49年から手動車椅子に関する研究として、繊維強化複合材料によるパイプを使った軽量車椅子の開発と、車椅子・人間系の重心の測定とを行なって来た。

車椅子の軽量化にあたっては、その構成部材にどのような負荷が加わっているかといった測定から出発して、昭和51年3月に、フレーム部重量2.65kg、全体で約11kgの軽量車椅子を試作した。これはあくまで試作車であるので、今後ともより良い車椅子を設計するために、乗車時の姿勢変化に対して車椅子構成部材が受ける負荷や、車椅子・人間系の重心の移動という面からの測定データの積重ねが必要である。それらの測定データの一端として、車椅子に乗った人が、その上半身を前後左右に傾けた場合に、フレームの主要部に発生する負荷を、主歪とその方向から示してみる。

被験者は健常者で体重52kg、使用した車椅子は内径19mm肉厚1.5mmのカーボン繊維で補強したガラス繊維複合材パイプをアルミ製のジョイントで組立て作った。そのフレーム構成は図1に示すように、主車輪を若干前方に移動したY型のフレームを中心に、後方への転倒を防止するために、両側後方に肘状のフレームを取付け、その先端に小径の補助キャストを取付けたものである。左右のフレームは中心部でX型のヨークによって連結した。

まず上半身を垂直にして乗った状態での、右側の部材および中央ヨーク部材

に発生した主歪とその方向とを図2 (a), (b)に示す。矢印 \leftrightarrow は引張りの方向を, \rightarrow \leftarrow は圧縮の方向を示す。

車椅子に乗った被験者が、その上半身を前方に傾けた時を図3 (a), (b), 後方に傾けた時を図4 (a), (b), ゲージをはった側と反対の左に傾けた時を図5 (a), (b), 最後にゲージをはった右側に傾けた場合を図6 (a), (b)に示す。

これらを比較してみると、複合材パイプ部材が、上半身の姿勢変化によって種々の方向に曲げられている様子がわかる。

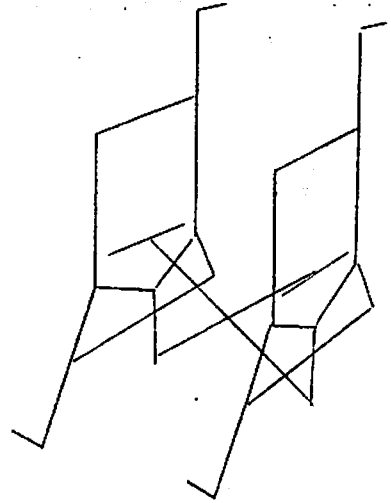


図1. 測定に使った車椅子のフレーム構成

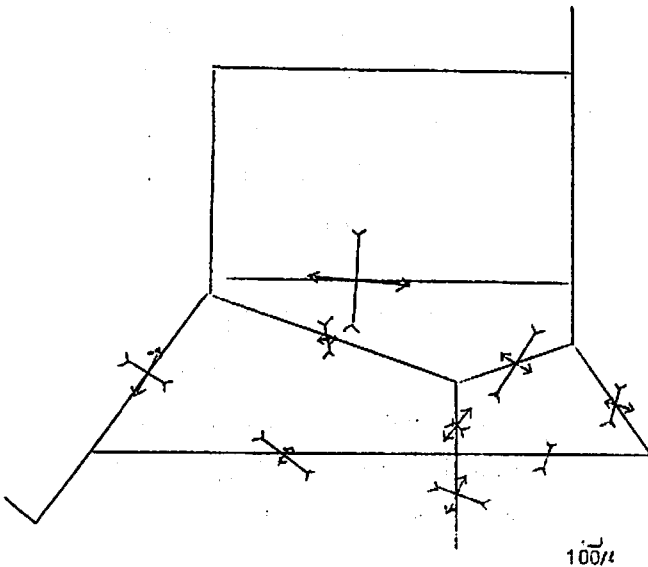


図2 - (a)

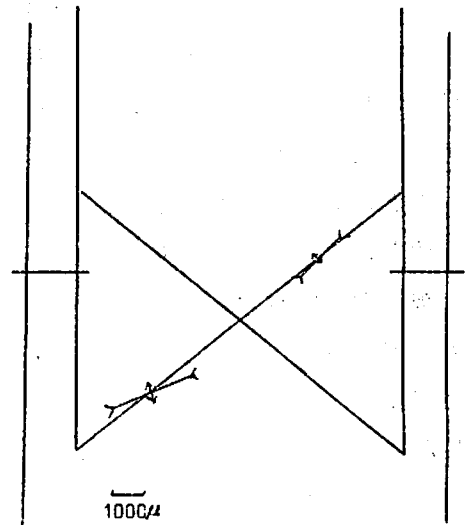


図2 - (b)

体重52 kgの被験者が上半身を垂直にして乗った場合の主歪とその方向

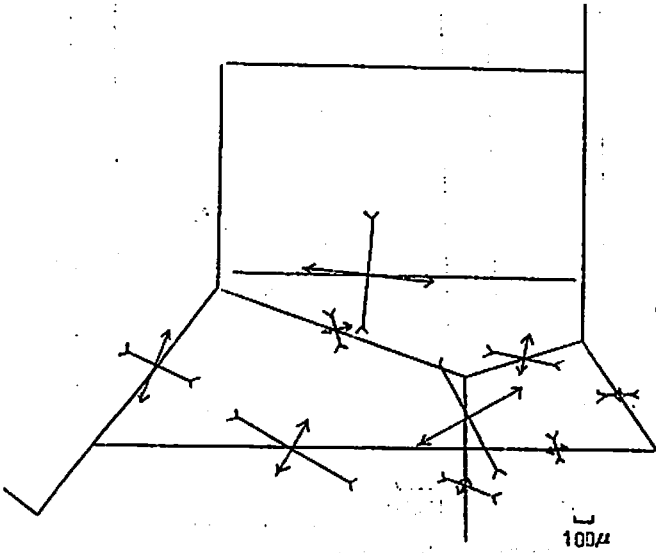
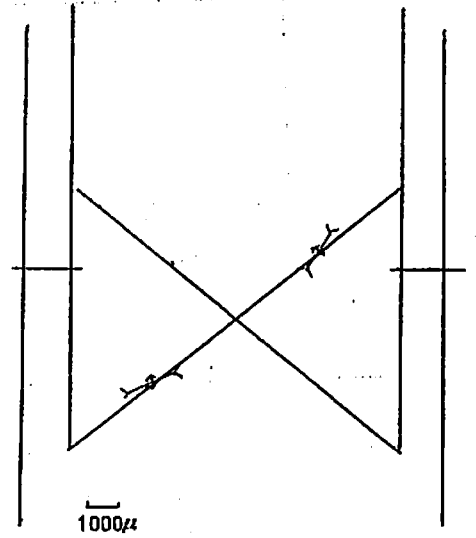


図3 - (a)

上半身を前方に傾けた場合



第3図 - (b)

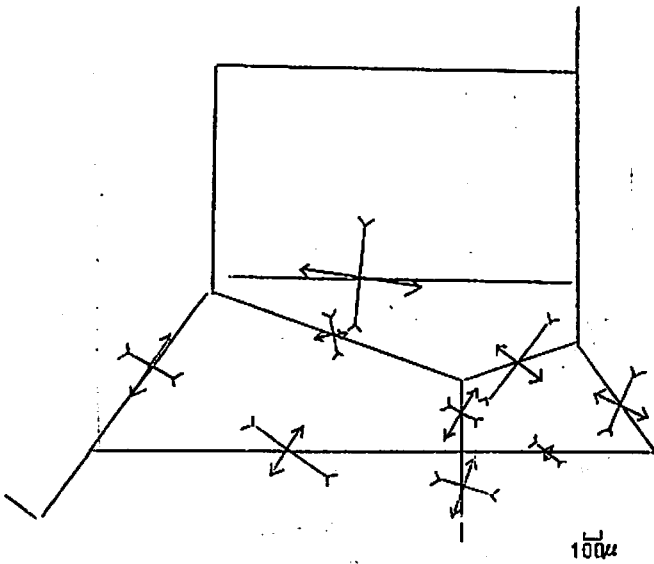
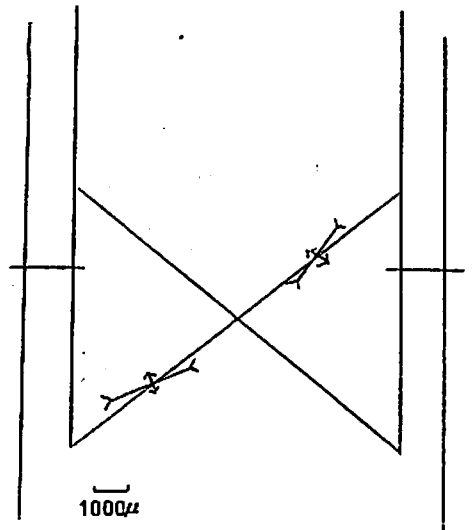


図4 - (a)

上半身を後方に傾けた場合



第4図 - (b)

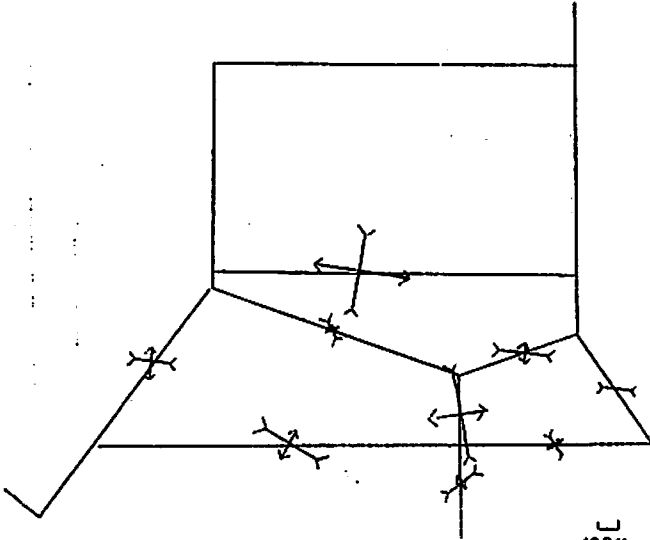
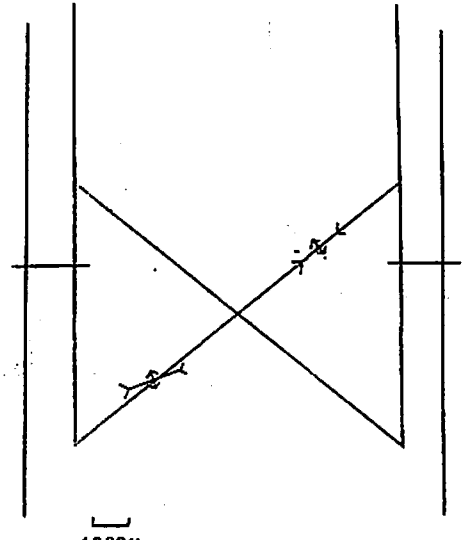


図 5 - (a)

100μ



1000μ

第 5 図 - (b)

左方向 (ゲージ貼付側と反対) に傾けた場合

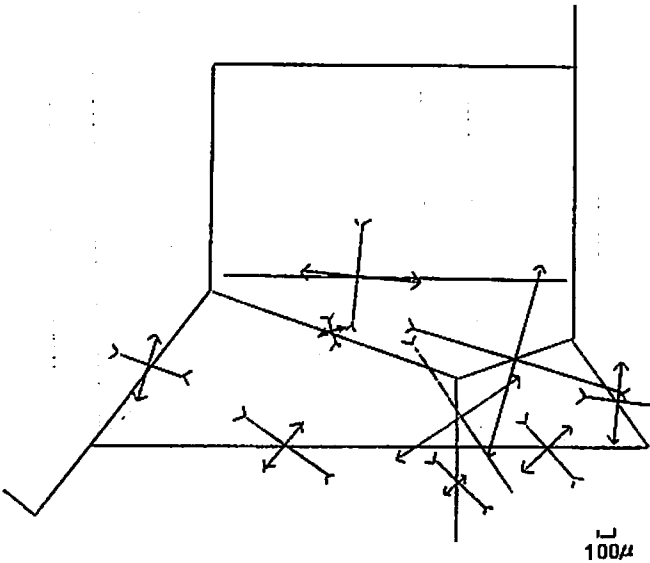
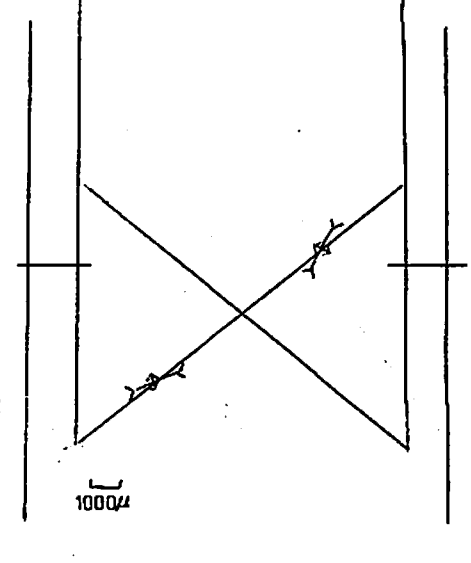


図 6 - (a)

100μ



1000μ

図 6 - (b)

右方向 (ゲージを貼った側) に傾けた場合

バイオメカニズム学会

SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

国際会議

1977 WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL
SOCIETY FOR PROSTHETICS AND ORTHOTICS

FIRST ANNOUNCEMENT

MAY 26-JUNE 2, 1977

AMERICANA HOTEL

NEW YORK, N.Y.

The International Society for Prosthetics and Orthotics with the cooperation of the American Orthotic and Prosthetic Association will sponsor the 1977 World Congress on Prosthetics and Orthotics. Collaborating organizations are Rehabilitation International, the American Academy of Orthotists and Prosthetists, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. The technical and scientific program will consist basically of four elements: Plenary sessions; submitted papers, symposia and workshops; instructional courses; films and scientific and commercial exhibits. Speakers for the plenary sessions and instructional courses will be by invitation. Suggestions are welcomed. Institutions are invited to submit topics for instructional courses and individuals to submit papers for the seminars and workshops.

PRELIMINARY PROGRAM

FRIDAY, MAY 27, 1977

8:00a.m.-5:00p.m. Instructional Courses

バイオメカニズム学会 SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

2:30p.m.- 5:00p.m. Submitted Papers, Symposia, and
Workshops

WEDNESDAY, JUNE 1, 1977

8:00a.m.-10:00a.m. Instructional Courses

10:30a.m.-12:30p.m. Plenary Sessions

Spinal Orthotics and Cord Injuries

Prosthetics and Orthotics Education

2:30p.m.- 5:00p.m. Submitted Papers, Symposia, and
Workshops

THURSDAY, JUNE 2, 1977

9:00a.m.-12:00noon Submitted Papers, Symposia, and
Workshops

12:00 noon-1:00p.m. Closing Session

Exhibits open 9:00a.m.-5:00p.m., Saturday, Sunday, Tuesday,
Wednesday, 9:00a.m.-12:00 noon Monday and Thursday.

ニ ュ ー ス

1 機能的電気刺激研究会 (ME学会主催)

日 時：7月14日 (水曜) 午後1時30分～5時

会 場：東京医科歯科大学医用器材研究所大セミナール室

国電お茶の水駅下車，新宿方向へ約300m，池の坊学園隣

議 題：1. 生体電池について 豊島英徳，金井 寛 (上智大理工)

2. ベースメーカー用電池 寺岡甲太，石原達也 (第2精工舎開発)
今井健雄 (東女医大心研)

3. 電磁誘導回路による電力伝送 豊島 健 (東医歯大医用研)

○どなたも参加できます。

2 特定研究・生体の制御情報システム例会

日 時：7月23日 (金) 10.30～17.00

場 所：富山大学工学部講義教棟内会議室

(高岡市中川園町1-1 TEL.0766-21-2510)

議 題：図形分節のアルゴリズムとその応用 上坂吉則 (金沢大)

波形観測関数空間の構造解析 飯島泰蔵 (東工大)

学習機能を伴うパターン認識 田中幸吉 (阪大)

動画像の認識 辻 三郎 (阪大)

○どなたも参加できます。

3 NEW JOURNAL OF BIOENGINEERING

The ASME has initiated a new Journal of Bioengineering sponsored by the Division of Bioengineering. The Journal will be a quarterly and the first issue will appear in February, 1977.

The Editorial Board consists of:

Technical Editor

John A. Brighton (The Pennsylvania State University)

Associate Editors

Artificial Organs and Prostheses

P. Blackshear (Univ. of Minnesota)

D. Wieting (Tulane)

Bioengineering Controls and Instrumentation

S. Goldstein (National Institutes of Health)

Bioengineering Design

R. Mann (Mass. Inst. of Tech.)

Biofluid Mechanics

R. Forstrom (Univ. of Minn.)

Y. C. B. Fung (Univ. of Calif. at San Diego)

R. Nerem (Ohio State)

Biosolid Mechanics

A. Schultz (Univ. of Ill. Chicago)

R. Skalak (Columbia Univ.)

Bioheat Transfer

T. Love (Univ. of Okla.)

J. Chato (Univ. of Ill.)

バイオメカニズム学会 SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

Biomaterials

Vacant

Health Care

Vacant

Editors at Large

W.M. Phillips (Penn State Univ.)

C. Smith (Purdue)

The format of the papers will be similar to that of the ASME Journal of Fluids Engineering as described on the attached sheet. We welcome papers submitted for review for publication in the Journal. Papers should be sent to

John A. Brighton
Dept. of Mechanical Engineering
Penn State Univ.
Univ. Park, PA. 16802

正 誤

頁	行	誤	正
16	23	ゆびで卵を	ゆで卵を
18	9	光学的分析による。12~2,~	光学的分析による。リハビリテーション医学, 12-2~
25	14	本位は	本来は

今月の入会者

番号	氏名	卒業校年次	勤務先	住所	
25	谷下一夫	米國ブラウン大学 博士課程 昭50年 11月了	東京女子医科大学 日本心臓血圧 研究所 理論外科	〒162 新宿区市ケ 谷河田町10 TEL 353-8111 内 679	〒152 目黒区柿木 坂2-28-9 TEL 717-1742
8	島和也	立教大 理学部物理 学科 昭38年3 月卒	株式会社コバル 技術管理部 品質保証課	〒174 板橋区志村 2-16-20 TEL 965-1111(代)	〒150 渋谷区南平 台町8-18 TEL 461-4651
6	木島公昭	千葉大 修士課程 昭31年3 月卒	小諸自動車教習 所	〒384 長野県小諸 市大字森山85 TEL 02672-2-1500	〒384 長野県小諸 市大字御影新田 1595 TEL 02672-2-3568
15	松宮英雄	山梨大工学 研究科 修士課程 昭50年3 月了			〒400 山梨県甲府 市陸形1-1-8 日向浩支アパート内 6号 TEL 0552-52-1254
9	広川俊二	東北大 修士課程 昭46年3 月了	川崎重工株式会 社油圧機械事業 部 機器技術部ロボ ット課	〒673 神戸市垂水 区木戸谷町松本 TEL 078-991-1133 内 373	〒675-01 兵庫県 加古川市平岡町二 俣 659-01 川崎重工社宅 915 号 TEL 0794-26-1469

第65回 ソビーム例会のお知らせ

下記により第65回ソビーム例会を開きます。おさそい合せの上御参加下さい。

日 時：7月28日（水） 14.00～17.00

会 場：早稲田大学理工学部51号館2階会議室

話 題：巧緻的な手運動についての2,3の実験 永田 晃（都立大）

鋳造作業における作業者の姿勢解析について

金谷 孝（相模工大）

司 会：長谷川幸男（早大）

参加費：会 員 300円

学 生 無 料

非会員 1,000円

次回は9月22日（水）の予定です。

1976 9. 1 №69	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

研究雑感・片麻痺の歩行	窪田 俊夫… 2
・バイオメカニズムの進路	八 嶋 清… 3
・手と自助具	斎 藤 延 男… 4
研究短信・2足歩行機械の空間論的考察	佐 藤 晟… 8
国際会議・6th Inter.Congress of Biomechanics	… 12
・IFAC Symp.on Information-Control Problems in Manufacturing Technology	… 13
記 録・6月例会	… 16

◇研究雑感◇

片麻痺の歩行

窪田 俊夫 (中伊豆リハビリテーションセンター)

本誌 NO.61 号で、江原義弘氏のランチョ病院の Kinesiology と題する“レター”を興味深く読ませて頂いた。Dr. Perry がランチョ病院の Kinesiology Service の歩行分析に関するデータの中で、実際に役立っているのは、歩行速度と足裏スイッチによる一脚支持時間率のみであるということをついでいるとのこと、同じ様なことを感じていた一人として、歩行分析の領域において、実際の臨床に役立つ検査法の開発の困難さを改めて感じた次第である。私自身内科医として、例えば心筋硬塞の患者の治療を行っている時、心電図検査、血清の生化学的検査を欠かすことは出来ない。この臨床生理、生化学に相当する様な有用なデータを提供出来る検査法が、歩行訓練のプログラムを進めて行く過程に存在するであろうか？ 恐らくないであろうし、歩行という粗大な機能と、心機能を比較して見ればわかる様に、その様な検査法を期待すること自体が的はずれなのかも知れない。歩行が安定しているかどうか、杖の必要性があるか否か、足関節の変形に対する整形外科的手術の効果があつたか否か、装具着用のメリットがあつたかどうか等は、患者の歩き方を良く観察すれば一番良くわかることであり、これらの効果を判定する物差しは日常の臨床には、必ずしも必要でない。つまり歩行訓練に必要なデータの大部分は、良く訓練された観察眼より得られるもので、熟練した PT の判断は殆んど誤りがないかも知れない。しかし一方この観察眼にも欠点がある。それは言うまでもなく、あくまで個人的、経験的、主観的、定性的なものであり、その為ある主張をしようとする際の説得力に乏しい。理学療法の中で大きな部門を占める歩行訓練が、経験とかんに頼る職人的なものであつてはならないであろう。杖、装具、整形外科的手術を私は片麻痺の歩行訓練の三大武器と思つているが、これらの武器の効果分を何んらかの方法で定量的に把握することが希まれる。歩

行そのものは、ステップごとに時間的因子、距離的因子、振幅的因子が変動するものである為、いくつかのステップについての平均値とバラツキの度合をもとめることが、測定値として必要な条件であろう。テープスイッチ、各種の足底スイッチ等より計測される歩行時間因子は測定法の容易性からいつでもランチョ病院の例にある如く先づ試みて良い方法である。心機能の検査として、心電図、心音図、頸動脈波の同期記録（心機図）より得られる、駆出前期、駆出期、駆出率等の時間因子が、測定方法の容易さ等もあり、大変便利な有用な検査であるのとヤヤ共通点がある。例えば杖あり、杖なしの二つの条件で、歩行速度、歩調、歩幅、単脚支持率（単脚支持期の支持期に対する比率）を比較しその増減について一定の基準を設定することにより、効果分をもとめることが出来る。一方手術の効果の判定には、形態学的なデータが必要で、例えば歩行時の足圧分布像の如きものが必要であろう。ガラス歩行路の上を直接裸足で歩行させた時のフートプリントを35mmのモータードライブカメラで撮影すると、定性的ではあるがある程度参考になる所見が得られる。ガラス歩行路での接地面の冷さ、精神的な緊張の高まり等は、ヤヤ特殊な測定条件と思われるが、浴室での歩行の状況を推測するにはかえつて良い方法とも考えられる。信頼性のある測定値を用いて、より適切な治療法の開発を行うのを目標としておりますので、諸賢の御教示を得たいと願っております。

◇技術雑感◇

バイオメカニズムの進路

八 嶋 清（技術士）

現代機械文明は転進を余儀なくされた。

しかしその将来の進路は定かでないように思う。そこで我々は人間社会のあるべき姿を改ためて考えなおさなければならない。

人間社会が永続的に発展していくためには必要とするものは何か、何をしなければならぬのかをじっくり考え、ここから新しい文明の方向を見得出さな

ければならない。またバイオメカニズムすなわち技術も今後どうあるべきか充分検討していかなければならない問題が山積している。

自然界において生体は見事な機能、性能をもっている。これを工学的に研究し、人体工学としてその成果を人間社会へ応用していくことも必要ではある。しかしこのような部分的なものであつてはならないと思う。従来の技術の犯した問題はあまりにも部分的、専門的すぎたためのアンバランスによる弊害である。技術は……学会といつた限られた範囲にとどまることなく、そこからとび出してより総合的、創造的なものへと発展していくことが必要である。しかし注意しなければならないことは行きすぎた現代機械文明の二の舞とならないことである。

人間社会の中へ無理なく受入れられる技術はどうゆうものであるか。それは生体機能を模倣したものやその不足を補うものという限られた考えにもとづくものでなく、その技術にもとづく機械装置の作動速度、大きさ、数量、消費資源、排出物と量などからその技術のもたらす効果、人間社会への影響を充分調査した上で事を進めなければならない。

人間社会が永続的に発展していくためには具体的な開発技術、機械装置の機種、機能、性能そしてその数量や開発時期などについて人間社会の物質面、精神面から総合的に、長期的に、学際的システム的に研究して行かなければならない。

ここにバイオメカニズムの進路があると思う。

◇研究雑感◇

手 と 自 助 具

齋 藤 延 男 (甲州中央温泉病院)

バイオメカニズム学会の前身が人工の手研究会であり、日頃手の機能障害を持つた患者さんに接していた為にこの会へ入会していたわけである。原稿を依

頼された時に書いてみようと思つたのは、やはり手に関係したものについて触れてみたかつた。既に人工の手を作る際に生体の手について充分研究され論議もなされており論文集においてもその内容のものが各種ある。いまさら何をも思つたが、手の機能の奇々怪々さに恐れ入つていたからである。リウマチの手、脳卒中後遺症の手、パーキンソンの手、交通外傷の骨折と神経麻痺を併う手、労働災害によりプレスされた手、脳腫瘍術後の麻痺した手、スポーツ事故の手、脳性小児麻痺のコントロールを失つた手、頸髄損傷により両手とも全く機能を用しない手、分娩麻痺の手、等々障害を持つた手は数えればきりが無い。これらに關しては医学書を見れば障害状況、治癒過程に關し多面的に出ている。それにしても同じ状況はなく性格、顔付きが違ふごとく障害状況も同一疾患において様々である。

幾つか挙げたこれらの障害を持つた手は、全て身体についていながら部分的に又全面的にその機能を廃した手である。先天的であれ後天的であれ欠損した場合は義手により補えやすい。機能障害においても又、欠損の場合でも一側上肢であれば使えない事の不自由さはさておいて、日常生活適応は片手のみで90%以上可能である。しかしながら両上肢の欠損、あるいは機能障害の場合、何か相当な工法がなされないと日常生活行為、業務の遂行が困難をきわめる。これらの場合に用いられるのが自助具 (Self help device) である。

自助具とは字の如く自分を助ける道具である。多くの場合、日常の身の廻り動作の時に用いられる場合に称し家屋構造を変化させたもの、車椅子等はこの名称は用いない場合が多い。種類を挙げるときりが無いので作成処方した例を2例挙げてみてその実際を知つていただきたい。

第1例はリウマチの患者さんであつた。この方は左右共に肘関節、橈尺関節、手関節、手指関節が破壊されており、痛みを併う為に日常生活行動の中で殆んど自助具が必要であつた。その1つとしてドアノブがあり正常者にも邪魔にならない装置をという事で何とか工法してみた。ドア開閉について簡単な動作過程分析をしてみると次の如くなる。①ドアノブの任意の位置に接触し、

②握る ③廻旋をする ④廻旋位を保持し、⑤引く、又は突き出す、の5段階に別れる。勿論正常者の場合、これら一連の動作を一動作の如くにやつてしまうのであるが、障害者の場合、分離された形になつて出やすい。5段階の動作より次の改良必要点が考えられた。

1. 把持する位置の範囲を広くする。
2. 廻旋に必要な回内外動作を肘関節の屈伸方向に替る。
3. 握り、廻旋の時に必要な力を最少限に
4. 縦方向の握り（前腕長軸方向）を横方向に
5. プッシュ式の様な部分的に力を要するものは避ける
6. 廻旋された状態の保持を楽に
7. 押す又は引く時にドアーとの一体感を

最終的に考案されたのは車のドアーハンドルと同様なものであつたが、この患者さんにはほぼ実用的になつたのでこの頁を借用し提示させていただく（図1）。用いた材料はステンレスパイプ径25mm、長さ17cmに水道工事用のホー

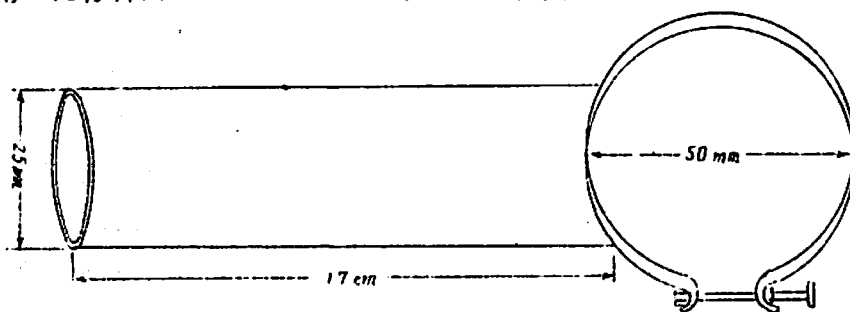


図1. ドアーノブハンドル

スバンド（ワイヤー式）50mm用のものである。これを水平方向に取りつける事により、この患者さんだけでなく他の障害の方にも適用出来た。上からかかる力は使用ドアーの場合、数グラムで済んだ。

第2例はスプーンである。日常なにげなく用いているスプーンであるが、例えば拇指等の傷を負つた場合、なんとも柄の部分固定されにくい経験をもつた方が多いと思われる。もしも拇指を使わずに行う場合、少々固めのものを拵

り動作において柄の末端部分が浮きやすい。又柄の基の細い方はつまみ固定されにくいものである。必要とした患者さんは45才の方で脳腫瘍術後の麻痺の為に右上肢は屈曲位拘縮をとり、下肢は伸展位拘縮+膝関節仮骨形成、左上肢は粗大動作は可能であるが手指に振顫、左下肢も軽度の振顫と過緊張状況であつた。ベッドでの坐位は勿論、寝返りすら出来ない状態であつたが、ベッド上でのバックレストを用いての坐位での左手による食事丈でも確立しようという事であつた。当初、手指に不随意運動がある為、スプーンの柄の所を長軸方向に握り太さを替えてみたり、又人差し指の当る部分に水平のウイングをつけたりしたが結局、柄の固定がされず、スプーンが廻転してしまつた。この時ほどスプーンを考え出した人をうらめしく思つた事はない。何とも使いづらい道具を考え出したものだと、しきりにぼやいてみた。(箸はこの際、考えないでいただきたい) 何回か試行するうちに柄の部分の下方に別な握り柄を用いる事により把持し、食事が出来る様になつた。図の様なものを作成した次第である(2)

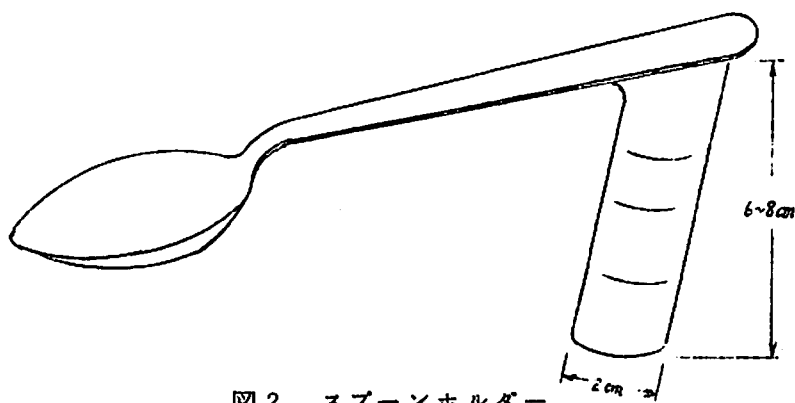


図2 スプーンホルダー

機構的には誠に簡単な二つの自助具例であるが、障害者にとり必要不可欠な道具であり、症状に応じて処方、作成されなければならない。自助具を大別してみると整容動作に必要なもの、衣服着脱動作に必要なもの、食事、入浴、排便、炊事、通信事務、趣味娯楽、車の運転、専門的な仕事等ありとあらゆる所に活用され得る。病院、リハビリテーション的な施設で活用される場合は事前

に充分な準備—受入れ体制，環境調査—がされて初めて患者さんに使用してもらえるものである。例えば肩，肘が充分に動かなく手先が頭に届かなくて困っている時に，障害を改善するために入院してきたのに入院当初より柄のついた長い櫛を与え，これで整髪をして下さい。などと言った場合，こんな道具を使わなければ出来ないのかという事になる。“貴方の病気はもう治りませんよ”という障害決定診断を下したのと同じ事になる。また，あまりにも自助具がある種の動作を代償しすぎると折角残っている筋力を落すことにもなるわけである。これらの点に充分留意し，適切な時期に適切な自助具を用いてゆかねばならない。

自助具は，手，又は身体の動作と環境との対話をなす道具であると小生は認識している。我々OTはどちらかというとならMサイドであるが開発作成にはどうしてもEの方々との連携プレーが必要である。そうする事により技術的にも機械的にも，又数値の上からも簡単に素晴らしい道具が出来るはずである。

— 研究 短 信 —

2 足歩行機械の空間論的考察

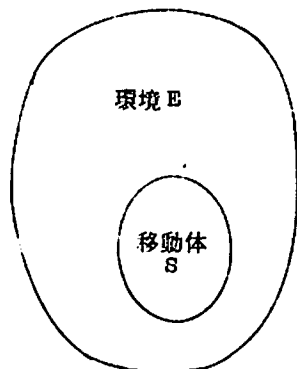
佐 藤 晟 (芝浦工業大学)

ある環境の中で行動するに適した情報処理システムを次第に構成していく，いわゆる適応する能力をもつ2足歩行機械の概念を説明するのに，従来から種々の方法が採られて来ている。本来はこのシステムの制御信号回路網の構造自体が変化していく適応過程が興味の対象となるのであるが，今回はよりマクロな面から対象の状況を考察してみようとするものである。

あるシステムがある挙動をするとき，その挙動をシステムの内部構造から説明する方法はいわばあたりまえのことである。特にシステムの安定を論じる場合には，この観点から検討するのが主であり，そのシステムの置かれている環境との関係を強調して論じることは少ない。たとえば，Eという環境の中での

2足歩行機械の内部状態 S は、システムの目的から一意的に決定され、またシステムの安定を論じることが可能でかつ安定でなければ制御目的は達成されない。しかるに、2足歩行機械は本質的に不安定であり、非制御ならば目的を達し得ないシステムとされている。すなわち、不安定であるという表現はあきらかに環境と2足歩行機械（移動体と一般的に拡大してもよい）との関連に重点を置いているといえるのである。

図1をその移動システムと考えよう。ただし、図の環境 E と移動体 S とはともに閉集合で互いに余集合となつている。とすると、移動システム $R=R(E, S)$ と表わせる。したがつて、移動体の置かれている環境の影響を受けて、移動システムの特性が変化する場合には、その変化に対応して移動体に備わる制御装置の特性をある所要の条件を満たすように変化させる移動を適応移動と名付け得る。この定義からすると、歩行という移動は自動車などの移動体に比して、環境の変化に対しきわめて適応性の良い移動体であることがわかる。



例えば、入力（環境 E ）として「平面」が印加され 図1 移動システム R すると、移動体を情報を担う物理的実体（手段）として考えれば、移動体の出力はその平面を近似する点の集合として表現しうる。すなわち、2足による移動は出力として不連続点を構成するといえる。

図2では、移動体 S が環境空間 E の要素を入力としてとり、それを出力空間 R に写像する—同じ環境空間に写像するとも云える—ということが示されている。 E_1 空間（入力環境空間）の2点 e_{11}, e_{12} に対応して $S(e_{11}), S(e_{12})$ が R 空間（現実の出力環境 E_2 空間と考えてもよい）に写像されたとすると、もし $S(e_{11})$ と $S(e_{12})$ との間に距離が存在するならば、これが移動であるといえる。もちろん、空間論では共通部分のない2つの閉集合のうち、いずれか一方が有界ならば、この2集合間の距離は正であると定義しており、 $S(e_{11})$

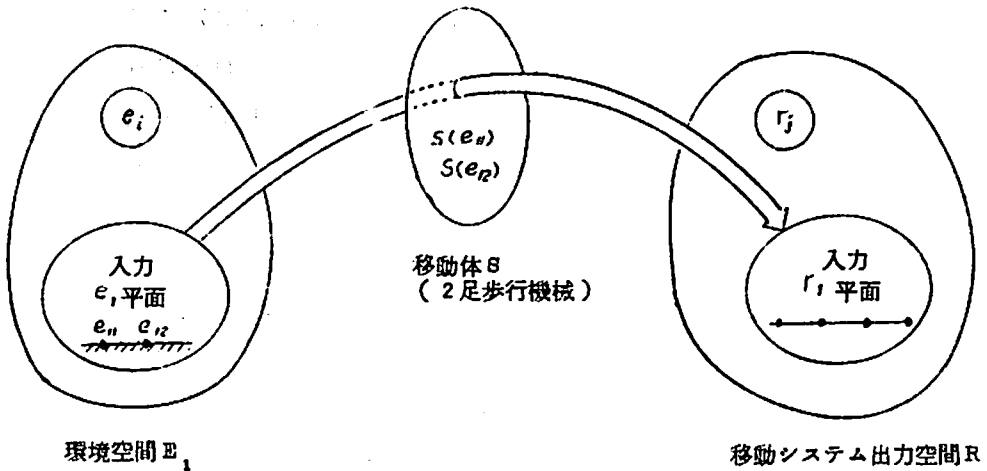


図2 環境-移動空間

$S(e_{12})$ の任意の状態点をそれぞれ a, b とすれば $\inf_{a \in S(e_{11}), b \in S(e_{12})} d(a, b) > 0$ であると云える。

$S(e_{11})$ の状態点 a はいづれも $S(e_{12})$ に属さないから、 a は $S(e_{12})$ の集積点ではない。

さて、移動体は安定なシステムで、環境と併せて考える移動システムで不安定な現象が発生し、また不安定性が移動の特長となつた距離を生み出すものと云えるためには、2足歩行の重心の移動と歩行機構の支持点との関係を考察する必要がある。

一般に、移動体の重心の運動は3次的に把握しなければならぬが、平面への重心の投影と2足による2支持点という観点から検討した。なぜなら、自ら不安定な状態 (環境に対して) をつくり出すシステムには「端点が特殊なリンク機構……倒立振り子構造をもつ……」で代表され、人間の2足歩行がその例であるからである。

そこで、片足立脚または両足接地で平衡状態となる状況を不安定な状態とし倒れるという行動は安定な状態に近づくものであると考えるのである。とする

と、歩行というものの表現は安定な環境の中で、移動体が安定化と不安定とを交互にくりかえし発生しているからだといえる。換言すると、交互にくりかえす不安定現象こそ、空間の距離 $d(S(e_{11}, e_{12}))$ が常に正になる様に実現しているモデルといえる。

2足歩行機械の制御アルゴリズムをなんとか納得のいく形にと考えて、空間論的に展開しているが、本質的な役割をもたせるためには一様性の吟味をする必要がある。すなわち、点（要素の状態点）というより、関数として状態を考えるならばさらに発展しうると考えている。また、現実の2足歩行機械に環境の変化を入力して、それに対応しうる機械の設計および特性把握にこれからも努力しなければと思っている次第である。

国際会議

① 6th INTERNATIONAL CONGRESS OF
BIOMECHANICS

1st Announcement

The Sixth International Congress of Biomechanics will be held in Copenhagen, Denmark, July 11-14, 1977. Arrangements are being made by the Laboratories for the Theory of Gymnastics, August Krogh Institute, University of Copenhagen.

Topics to be covered are: Biomechanics in Work and Sport, Biomechanics in Orthopaedics, Electromyography, Muscle Energetics, Muscle Mechanics, Neuromuscular Control of Movement, and Rehabilitation and Training.

Members of the Organizing Committee are:

Erling Asmussen, Chairman

Kurt Jørgensen, Secretary

Members of the Scientific Program Committee are:

Erling Asmussen

Fritz Buchthal

Knud Jansen

Paavo Komi

Bengt Saltin

The Congress fee will be 100 US\$ before April 1, 1977, and 120 US\$ after April 1, 1977.

All contributions will be published in Proceedings, the price of which is included in the Congress fee.

バイオメカニズム学会 SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

The preliminary program, application forms, etc., will be distributed in July 1976.

All communications should be addressed to:

Vith International Congress of Biomechanics

August Krogh Institute

Universitetsparken 13

DK 2100 Copenhagen, Denmark.

**[2] IFAC SYMPOSIUM ON INFORMATION CONTROL
 PROBLEMS IN MANUFACTURING TECHNOLOGY**

Tokyo, Japan, October 17-20, 1977

sponsored by:

IFAC Technical Committee on Manufacturing Technology

organized by:

IFAC Manufacturing Technology Symposium Committee

Chairman: Y. Oshima

Vice-Chairman: I. Kato

General Secretary: H. Yoshikawa

National Programme Committee Chairman: M. Mori

International Programme Committee:

I. Kato, JAPAN

W. Karner, AUSTRIA

M. Mori, JAPAN

J.L. Nevins, USA

Y. Oshima, JAPAN

A. Romiti, ITALY

M. Terao, JAPAN (chairman)

バイオメカニズム学会 SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

R. Tomovic, YUGOSLAVIA

H.J. Warnecke, FRG

E. Yakubaitis, USSR

TOPICS:

The Symposium will cover the following topics:

1. Information-control issue associated with material processing such as numerical control and adaptive control of machine tools
2. Information-control issue associated with material handling such as robotics
3. Information-control issue associated with assembly and inspection
4. Information processing such as CAD, pattern recognition and artificial intelligence in manufacturing processes
5. Micro-economic modeling of manufacturing automation processes

Experts in these fields are invited to offer papers which should be classified into one of the topics listed above. Only unpublished papers may be submitted.

ABSTRACTS:

Three copies of an about 500-word abstract in English are requested for selection purposes and should reach the Secretariat not later than December 31, 1976.

PAPERS:

Full papers should be submitted in English, not later than May 15, 1977, according to the Instructions for Authors which will be sent upon acceptance of the abstract, which

バイオメカニズム学会 SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

will be notified until March 15, 1977.

Publication:

All accepted papers, including any survey papers, will appear in the Preprints of the Symposium.

Publication of proceedings is being considered.

Conference language: English

Copyright:

IFAC holds the copyright for publication of the papers.

Accepted papers are considered to have been submitted for possible publication in the IFAC Journal Automatica.

Authors wishing to submit their paper after the Symposium to other journals for publication require the permission of IFAC through the IFAC Secretary.

Attendance at the Symposium:

Prospective authors and participants should complete the attached postcard and return it as soon as possible to:

The Secretariat of IFAC Manufacturing Technology Symposium
c/o The Society of Instrument and Control Engineers,
39 Shiba Kotohira-cho Minato-ku, Tokyo, Japan

5 月例会の記録

日 時：昭和51年6月23日 14.00~17.00

場 所：早稲田大学理工学部会議室

参加者数：31名

話題1. 北欧のBMEについて

池田 研二

1974年12月から1ケ年間、スウェーデン、イヨテポリ市のChalmers工科大学に派遣研究員として滞在し、筋電義手のためのSensory feedbackに関し研究協力することができた。その間に多少ではあるが北欧のBMEにふれる機会に恵まれた。研究のあい間に訪問する程度であつたので当然多くはスウェーデン内の研究施設であり、さっぴにイヨテポリ大学附属Sahlgren病院とChalmers工科大で行なつている研究についての紹介がかなりの部分を占めるが、北欧の他の国についても、私の経験した範囲では、似たような状況であり共通の面も多いと思うので御容赦いただきたい。

はじめに、派遣先のイヨテポリ市では、Sahlgren病院臨床神経生理のPetersén教授はじめ整形外科、リハビリ科などおよびChalmers工大応用電子のMagnusson教授らにより、脳波・筋電図処理・義手・身障者用機器の研究開発があり、とくに筋電図と義手を詳しく紹介する。またイヨテポリ市には車椅子を使用している身障者が自分たちで経営しているDalheimers husという新しい身障者センターが出来たので紹介したい。

ストックホルム地区ではKarolin研究所の医用工学部門で開発されたX線RIその他による検査機器を紹介する。またウプサラ大学のTeknikumやBiomedical Centerを、また、各地にある義足工場および歩行訓練所の例としてEen & Holmgren整形外科およびGåskolanを紹介する。

最近医用工学研究施設ができたリンシエピン大学にはÖberg教授および

Wigartz 教授を訪ねた。ここは大学院レベルのみでなく、学部にも B M E のコースをもつ北欧唯一の大学である。これからの成果が期待される所である。

フィンランドでは、ユベスキュレ大学と、タンペレ大学の医用工学研究施設を紹介したい。前者は体育関係のバイオメカニクス、後者は身障者機器とコンピュータ応用に関する研究が多い。

ノルウェーのオスロー大学医学部の B M E 部門を訪門したが、ここではわれわれのイメージではむしろ生理学教室のようであつた。またソフィー義足学校を訪ねた。ウブサラの施設と似ていたが、研究のひとつに、ラジコン自動車を身障者が舌・歯或いは筋電図などを介して自由に制御できるインター・フェイスに関するものがあつた。

北欧で独特な M E 機器として、A G A 社のサーモヴィジョンおよび保育器、Mingograf といわれるインクジェット式レコーダ、Selcom 社の動作解析用 Selspot、Valmet 社の肺機能検査装置、Nicotron のディスプレイ形人工腎臓装置などを紹介したい。

最後に、北欧での B M E 研究の態度について、ふたつだけ述べておく。ひとつは流行を追うことをせず、ユニークな研究や製品の開発を行なうことでありもうひとつは、安全性が十分検討されていれば、かなりの人体実験を躊躇なく行なうことである。

話題 2.

イギリスのバイオメカニズム

加藤 一郎 (早大)

去る 3 月末、約 3 週間にわたりイギリスの大学を中心にバイオメカニズム関連研究者を訪問する機会をえた。

訪れた機関はバーミンガム大、ストラスクライド大、エジンバラ大、マンチエスタ大、ノチンガム大、アストン大、ウォーリック大、ロンドン大 (インペリアルカレッジ、クイーンメリカレッジ) オクスホード大、それに加えてローハンブトンの BRADU である。

イギリスで最も大きな生物工学研究施設をようしているのはストラスクライド大学である。このユニットが発足したのは1963年であるが、現在、教授2、客員教授2、リーダー2、講師13、名誉講師2という陣容で大学院コースのみを開設している。研究面では、(1) Rehabilitation Eng. (2) Tissue Biomechanics (3) Artificial Organs (4) Clinical Eng. (5) Data Analysis の5部門がある。寄付によつて建てられたWalfton Center (40000ft²) を本拠として多彩な活動がなされている。

最近の学生の出身専門別は表の通りで工学系が圧倒的に多い。

	1971	1972	1973	1974
工学系	11	18	18	10
物理/化学系	—	4	8	6
その他	1	2	2	3
合計	12	24	28	19

1972年からは付属の義肢教育訓練センターも開設している。

オクスホード大学では Dept. of Eng. Science において医工学の研究が行なわれており、

- (1) Lower-Limb Prosthesis and the Mechanization of Walking
- (2) The Transmission of Load in Human Joints
- (3) Artificial Heart Valves
- (4) Artificial Kidney and Lung
- (5) Cardio vascular Fluid Dynamics

などが最近のテーマである。

また Orthopaedic Eng. Centre と協同して280床の Nuffield Orthopaedic Centre が1977年初めに完成する予定である。周辺125万の人口を対象に、280床のベットをもつセンターでスタッフ数は12~15となる予定である。守備範囲は、

- (1) Braces corsets and other supports
- (2) Locomotion studies
- (3) Tissue mechanics of orthotic attachment
- (4) Orthotic design

などとなつている。

エジンバラ大では医学部に Bio-Eng. Unit があり、シンブソン教授を中心に 15 名前後のスタッフが主として小児用全腕義手を開発している。また人工知能学部に Bionics Research Labo があり、ロボット Freddy シリーズの研究を行なつている。

バーミンガム大では生物工学は機械工学科の中で 3 つのセクションに分かれて活動しているが、必ずしも成果があがつているとはいへない現状にある。

マンチエスタ大ではかなり前から福祉関連機器の開発が行なわれており、アイデアに面白いものが多かつた。

インベリアルカレッジでは人工関節にテーマが絞込まれており、医と工との連携もよくとれているようにみうけられた。

大学を中心とした訪問であつたせいもあつて全体としてばらばらな、よく言えば自由テーマ選択を感じさせるが、生物工学がイギリスの大学に急速に定着しつつあることを知つたのである。

〔付〕オクスホード大学では Witt が股関節だけをもつ 2 足歩行機械による歩行を実現していた。機械モデルによる歩行として世界で 2 番目のものである。

第 6 4 回例会を司会して——アイデアと勇気——

浅見高明 (筑波大学)

東大医用電子の池田研二先生は、スウェーデンのエテボリ市のシャルマンズ工科大学に 1 年間留学されて感覚フィードバックについて主に研究されてきた。

義手を意志のまゝに動かすことは極めてむずかしく、感覚情報をいかに分析するか、大脳の命令をいかにして義手に伝えるかは理論的には可能でも実際上は多くの問題が横たわっている。カントが「手は外部の脳髄である」と言つたように最も人間的な働きをする organ であるだけに一層むずかしい面がある。生きている人間の手の構造と機能についてもまだ完全に解明されているわけではない。

北欧の研究がすばらしい弱電装置を使つているわけでもないし、機械の精度は日本の方が高いかもしれない。しかし研究は形而上的なものよりも形而下的な身近な問題から解決しようとしている傾向は筆者も昨年フィンランドのユベキウ大学の国際バイオメカニクス学会に参加し、北欧諸国を視察した時に感じたことである。日本製の記録器や古色蒼然としたアンプでも大事に使つているし、いろいろと工夫をこらしているのにも感心した。池田先生の話の中にも歯型の電極やフック状針電極、半埋込電極、レーザー杖など種々な工夫がみられ、いかにも北欧らしい研究態度がうかがわれた。

加藤一郎先生のイギリスのバイオメカニズム研究の話の中にもバケツ利用のウォルターのカメや上体を左右に振ることによつて進む歩行機械などいかにも楽しい研究である。このような研究者のアイデアがいかせるのは多くの technician がいて既製の製品でない自前の器械がつかれるからであろうが、我々もまねごとでないアイデアがピカリとひかるような研究をやりたいものである。

また腰椎間の圧をはかるために圧電素子を脊椎に刺入したり、埋込電極といつしよにまわりの組織をえぐりとったり、日本ではなかなか出来ないようなことも平気でやつている。それも研究者自身が人体実験をやり確かめてからやつているということをきき、いかにも堅実な北欧らしい研究態度と思つた。安全を確認した上での積極的なとり組み姿勢……果敢な勇気にも教えられるところが多かつた。

第66回 ソビーム例会のお知らせ

下記により第66回ソビーム例会を開きます。おさそい合せの上御参加下さい。

日時：9月22日（水）14.00～17.00

会場：機械技術研究所会議室

西武新宿線井荻駅下車，徒歩7分

議題：皮膚電気刺激における情報伝達方式の基礎的研究

市川 洵（都補装具研）

電気刺激の情報次元に関する考察

谷大和雄（機技研）

館 璋（"）

阿部 稔（"）

機械技術研究所関連研究室見学

司会：石田 明 充（東医歯大）

○この例会はME学会機能的電気刺激研究会と共催です。

下期より例会日を水曜から金曜に変更し次のようになります。

10月22日 1月23日

11月26日 2月27日

12月17日

1976 10.1 №70	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

研究雑感・ヤードの自動化とロボット	八 賀 明… 2
記 録・7月例会	
巧緻的な手運動についての2,3の実験から	永 田 巖… 4
動作姿勢分析の方法開発について	金 谷 孝… 6
第65回例会を司会して	長谷川幸男… 9
お知らせ	… 10
ニュース	… 12
今月の入会者	… 15
例会のお知らせ	… 16

研究 雑 感

ヤードの自動化とロボット

八 賀 明(国鉄)

鉄道の貨物輸送は貨車単位で、貨物列車は40～50両の貨車を連結している。各貨車には発駅と着駅があるが、貨物列車が発駅から着駅まで直行することは稀である。通常、地区別に拠点駅があり、発駅を出た貨車は拠点駅に集結される。拠点駅に到着した貨車はその着駅の属する地区ごとに分類され、その地区の拠点駅に向けて新たな貨物列車に再編成される。このような拠点駅をヤードという。

国鉄の財政危機が叫ばれてから久しいが、最近、特に貨物部門の赤字に焦点があてられるようになった。貨物輸送の不振には種々の原因があるが、その一つとして貨物輸送の拠点であるヤードの労働集約的性格を挙げることができる。国鉄には大小合せて200以上のヤードがあり、大ヤードでは千人前後の要員を擁している。またヤードは、労働安全の面からみて国鉄における危険な職場の代表であり、将来における要員需給の困難も予想されている。このような背景から、国鉄では技術開発の主要なテーマの一つにヤードの自動化を取上げて来た。研究の成果は郡山、高崎、塩浜、武蔵野の自動化ヤードとして具現している。

しかしながら現在の自動化ヤードには、いまだに人手に委ねざるを得ない作業がいくつか残っている。特に、人間のハンドリングを必要とする、つぎの二つの作業の自動化が望まれる。

- ① 連結器を取扱う作業
- ② 空気ホースを取扱う作業

貨車の連結器は、自動連結器と呼ばれるように、連結の際には貨車と貨車を低速度で衝突させるだけで良く、人手を必要としない構造になっている。衝突によって連結器の中央にあるピンが落下し連結器をロックする。連結器を開放

するためには、車端に取付けられた解放てこを操作し、ロックしているピンを引き上げなければならない。解放てこの長さや取付け位置は必ずしも一定ではないため、この作業を自動化するには解放てこを見つけることが最大のポイントであろう。

貨車の空気ホースはブレーキ用の制輪子を動作させるため、機関車から最後尾の貨車までの間に圧搾空気の管路を構成するのに使用される。空気ホースの取扱い作業は三つに分けられる。第一は車端の空気弁を開閉するためのコックを操作すること、第二は空気ホースの接合部を車端に固定するための鎖を操作すること、第三は2本の空気ホースの接合部の脱着を行なうことである。鎖の先端には空気ホースの接合部にはめ込む金具が付いているが、鎖の他端のみが車端に固定されているため、この金具の姿勢には自由度が多い。

このような作業を自動化する最も簡単な方法は、対象となる連結器や空気ホースの構造を変えてしまうことであるが、12万両もある貨車の改造に必要なコスト及び工期を考えると実質的に不可能であろう。そこでロボットによる自動化が要請されることになる。このロボットは単能機ではあっても相当の物体認識能力を備えることが必要である。ヤード作業は昼夜を問わず屋外で行なわれる。このため完全な自動機械としてのロボットを考えることは作業の確実性機械の信頼性の両面からみて非常に難しいと思われる。むしろリモート・マニピュレータ的なロボットを考え、人間の監視下で数台のロボットを働かせるような方式を検討したいと考えている。

7 月 例 会 の 記 録

日 時：昭和 5 1 年 7 月 2 8 日（水）14.00~17.00

会 場：早稲田大学理工学部 5 1 号館 2 階会議室

参加者数：19 名

司 会：長谷川幸男

話 題 1. 巧緻的な手運動についての 2, 3 の実験から

永 田 巖（都立大）

身体運動やスポーツの分野には、自然科学的にみて明確に定義づけられない言葉が多い。その中の大部分は、スポーツのコーチやトレーニングのとき使われ、一種の主観的な指導用語を形成している。即ち学術的に認められたものではなく、わかりやすい表現方法を使った感覚的な言葉を構成している。この巧緻性や巧みな動きなどと表現した場合も同じである。

しかしながら言葉で表現し得た限りは、何かの評価関数（運動の状態量）をもって測定され、評価され得るものとする。私は巧緻的な動きを「ある目的に促した効率高い動き」と解釈し、目的をインプット、人間全体をブラック・ボックスの伝達要素と考え、表現された身体運動現象をアウトプットとして制御量と考える。スポーツ用語に技（わざ）をみがくということは、こうしたシステムの内部、即ち人間サイドを目的に対してよりよく適応させる行動といえる。こうして巧緻的な運動も身体運動全般もすべてが「運動システム」を形成し、各種の構成要素で構築され、またそれらはサブ、運動システムを形成して複雑な階層構造をなしている。筋感覚系のフィードバック・システムもその一例であろう。

こうしたシステムの解析に便利な手段は、制御理論であろう。この方法を 2, 3 の手運動に応用し、巧みな動きを解明してみた。従来手指の運動として、巧みさの典形としてみられたものに、ピアノ演奏がある。音楽的な面はさし置い

て、その演奏時の打鍵動作に注目した。小型の加速度計を開発したり、ピアノ打鍵モデル（木製）を作ったり、著名な演奏家と未熟なピアニストと比較したり、ストレン・ゲージによる指力測定など、その他各種の測定によって、ピアノ打鍵動作を分析した。その結果は、運動現象のパターン化の差異と合わせて、動きのベクトル解析（位相面の解析と合わせて）に顕著な知見を得た。くわしくは、体育学研究、第20巻、第1号を参照されたい。

ギター演奏についても同様な実験をおこなった。また円形や方形をペンでもって描写するときのなめらかなトレース動作についても実験した。

最後に前腕部を操作部とするところのCRO上の光線分追跡運動を実施した。一種の手動制御であり、人間のサーボ機構を解明するのに最も妥当な実験である。私の実験の特徴として、人間の筋肉構成要素と類似のものを外部に負荷し、運動システム内に、一種の補償要素や回路を作ったことである。即ち、弾性要素（変位に比例するもの）、粘性要素（運動速度に比例するものとして、サーボ・モータによって人為的に発生させる）そして慣性力（一種の質量的存在）等を作って、前腕部に付加した。その結果、追跡運動がどのように変化するかを、システム論的に解明した。成績評価としては、偏差自乗面積を使ったり、周波数応答としては手運動のゲイン（利得）や位相ずれをボード線図上で評価したりした。また安定評価として、ナイキスト線図を描かせたりして、かなり機械系と類似した考えで、線形制御理論と古典制御理論を利用した。

身体運動を巧緻性の上から評価するときには、合目的な自然法則性と人間の生理的な反応の最適マッチング状態を観察することが妥当であろう。その一例として、運動の成績（パフォーマンス）と安定性、速応性の三者から評価するのが望ましいと考えた。かなり実験室内でのモデル実験が多いが、身体運動学の基礎データを提供するものとして、今後も続けたいと思っている。

話 題 2. 動作姿勢分析 (Body Motion Posture Analysis) の
方法開発について

金 谷 孝 (相模工業大学)

1. はじめに

工場計画を進める上で、行動する作業者の行動範囲を見積ることは重要であったか、従来、余り問題として組上に乗せられなかった。たとえば、人間が1個所に静止して行なり作業、すなわち、作業台に向って、座位あるいは立位で1個所にとどまって行なり作業については、作業域という型でいくつかの研究があった。しかし、これらは、移動する作業には通用されていない。

そこで、本研究では、人間が作業を行なり時、様々な姿勢をくり返して、作業を行なっているのので、その姿勢の型に着目して、まず人間の姿勢をいくつかの基本姿勢に分類し、行動する作業者の作業を姿勢により記述できるようにした。

2. 動作姿勢分析 (Body Motion Posture Analysis) とは動作姿勢分析 (以下 B.M.P.A) の定義を当座の間は、次のように定義をすることとする。B.M.P.A は、人間のとる姿勢を基本姿勢に分類し、その基本姿勢の性質と条件に応じ、姿勢をパターン化、定量化して記述する方法である。

3. B M P A の主要用途

B M P A はそのもつている特性により次のようなことに利用することができる。

- i. Body Motion を含んでいる作業の改善
- ii. 作業スペースの見積り
- iii. 生産開始前における合理的な作業方法の設定
- iv. 能率的な設備の選択
- v. 作業負担の把握

4. 基本姿勢の解説

- i. 直立 (Standing upright) 記号 St

(定義) 直立とは、床で足を支持し、膝、腰を伸ばした姿勢

ii. 前傾 (Forward bend) 記号 F

(定義) 前傾とは床で足を支持し、膝を伸ばし、腰を曲げ、身体を前に傾けた姿勢。さらに、軀幹部の上部が鉛直方向に対して 30° 以内を F1, 30° を越え 60° 以内を F2, 60° を越えるものを F3 とする。

iii. 中腰 (Half rise) 記号 H

(定義) 中腰とは、床で足を支持し、膝、腰の両方を曲げた姿勢。さらに、軀幹部の上部が鉛直方向に対して 30° 以内を H1, 30° を越え 60° 以内を H2, 60° を越えるものを H3 とする。

iv. 蹲居 (Squatt) 記号 Sq

(定義) 蹲居とは、折り曲げた下肢を床で支持した姿勢。

v. 椅座 (Seated) 記号 Se

(定義) 椅座とは、床で足と座骨結節部を支持したもの、またはこれに腰部の支持を加えた姿勢。

vi. 胡座 (Cross legged) 記号 C

(定義) 胡座とは、床で大腿と座骨結節部及び大腿と足を支持した姿勢

vii. 仰臥 (Prone) 記号 P

(定義) 軀幹部や四肢とともに頭部を面で支持した姿勢。

viii. 歩行 (Walk) 記号 W

(定義) 歩行とは、交互に一步あるいはそれ以上、脚を動かして、身体を前方または後方へ移動させる姿勢。

5. 分析方法

分析には次のワークシートを使用する。

i. VTR 撮影データシート

ii. 姿勢動作分析用紙

iii. 付帯分析用紙

ii の姿勢動作分析用紙には次の項目を記入する。

- ① 要素作業
- ② 通し時間，個別時間
- ③ 姿勢変化ごとに，足番地及び姿勢コード

6. 適用例

a. 作業域見積りへの適用

手順は以下の通りである。

- ① 姿勢コードからその姿勢のテンプレートを選ぶ
- ② テンプレートの足の位置を足番地に合わせて，テンプレートの外形を描く
- ③ サイクル中のすべての姿勢コードについて①，②を終了後，作業範囲の最大を描き，その面積を求める

b. 姿勢改善への適用

手順は以下の通りである。

- ① サイクルタイムを求める
- ② 各姿勢コード別の時間，及びその発生比率，捻転回数/時間，姿勢変化パターンを求める
- ③ ②の結果をチェックリストと対応させて姿勢の改善方向を求める

7. おわりに

今後の課題としては，次の諸点について発展させていきたい。

- ① 分析手法の充実化
- ② 分析手法の単純化
- ③ 分析手法の機械化
- ④ 分析結果の表示を連続化すること
- ⑤ 改善手法としての確立を図ること
- ⑥ 3次元的表現の確立を図ること
- ⑦ 作業姿勢と作業負担との関連を定量的に明らかにすること

などである。

第 6 5 回 例 会 を 司 会 し て

長 谷 川 幸 男 (早大)

今回は目的や対象は異なるが、人間の動作解析特集と云うべきものであった。

◎話題 1. について

スポーツにおける習熟問題研究の基礎となるような、前腕・脚の追跡運動の運動調節の変化量解析やピアノ打鍵動作の手指運動分析についての労作の発表であった。

追跡運動の調節解析に於てはモデル設計に制御理論的方法を導入して機械システム近似の運動システムを構成し、コンピュータによる運動制御を可能にした点に斬新さが見られた。

打鍵動作の手指運動分析では、EMGの使用について意見もあったが、熟練者と未熟練者の間に放電量にはっきりとした差が見られ、また、弱打の際の従動指の加速度量の有無の差も発見されたのは興味を惹いた。

折しもモントリオールオリンピックで見事な体操演技を見た直後でもあり、スポーツにおけるトレーニングの適切化の検討の基礎となるような、この種の研究が今後積極的に行われることが期待される。

◎話題 2. について

この研究を始めることになった端緒は、作業者の姿勢を解析して、必要な作業空間を求めることにあったようである。

作業姿勢の分類を行ない、鑄造工場における作業姿勢の解析を分類に従ってすすめてゆくうちに、作業姿勢そのものや姿勢変化の過程について検討改善を行うべき必要性の大きいことが明らかになって来た。

そこで姿勢改善と所要空間算出の双方に利用できるように、姿勢解析方法に検討を加える途中に於ての発表であった。

姿勢解析そのものについては、医学系の研究者の立場から工学系の発表者に対して、類似テーマの研究の紹介やアドバイスがあった。工学系の立場からは従来はインダストリアルエンジニアリングの分野に於て、姿勢や動作の分析

に関する機能を中心とした解析方法の研究がなされて来たが、別に医学的立場から、かなり奥深い厳密な研究が多く行われていることが討論を通じて明らかになった。

筆者も工学系の会員の一人であるが、このような分野に於てはM(医学)とE(工学)の双方の立場からの研究協力の必要性が痛感された。当学会のねらいと特色もこの辺にあるのであろう。

お 知 ら せ

① 当学会は多年にわたり会員による会員のための一つのフォーラムとして機能して参りました。御承知のように、従来、年10回の月報と2年毎のシンポジウム月例会などを実行しておりますが、最近の諸物価、特に郵送料の値上りの影響を強く受け、会の運営に支障を来す状況になって参りました。現行の年会費3000円は毎月お送りしている月報が印刷費100円、郵送料200円で、これだけで消えてしまいます。

そのような事情から、現在運営委員会において今後の進め方について協議しておりますが、当面、52年3月までは現行の形態の下に進め何らかの改革案がそれまでにまとまりましたなら、52年4月より運営法を改変してゆきたいと存じております。つきましては会員皆様からこれに関し、積極的な御意見を伺いたく存じておりますのでこの件につきましてよろしく願い申し上げます。

一方、第5回バイオメカニズムシンポジウムを52年7月に開催する予定で準備を進めておりますが、これにつきましては改めて詳細をお知らせ申し上げますが、その成果は東大出版会より論文集として2分冊2ヶ年に分けて出版する予定であります。従いまして、論文集バイオメカニズムは今後、52年末にNO.4、53年末にNO.5というように毎年1冊刊行される予定です。

- ② これらの状況を勘案致しまして、会員の皆様には月報のほかに論文集バイオメカニズムを年1回配布することにシステムを改めさせていただきたく存じます。

この新システムによりまして本年10月より明年3月までの半期会費を下記のように決めました。

会費 8,000円(含バイオメカニズム3)

あるいは

2,500円(バイオメカニズム3所有者)

2,000円(学生)

バイオメカニズム3につきましては既にシンポジウムに参加されてお持ちになっている方などが多いので、既にお持ちの方については上記のように月報のみの会費として2,500円をいただきます。また学生会員は2,000円となっておりますが、これは月報のみで、論文集はお送りしません。

以上の新システム施行につきまして、事情おくみとりの上、御協力下さいますようお願い申し上げます。

< ニュース >

第19回自動制御連合講演会

とき：昭和51年11月21日(日)・22日(月)・23日(火)

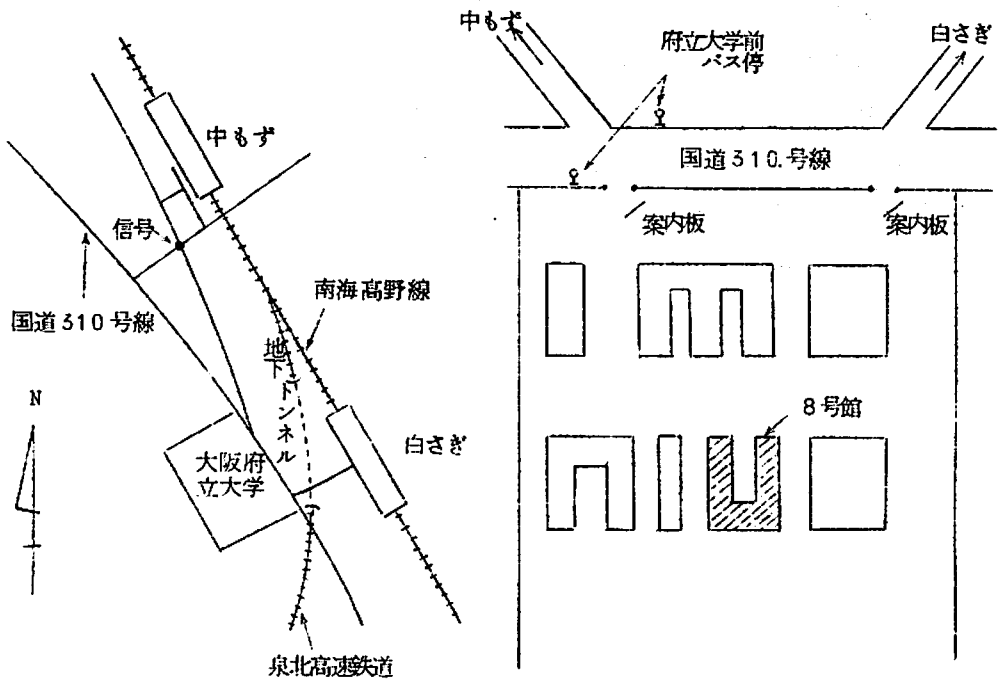
ところ：大阪府立大学

主 学協会：計測自動制御学会 日本機械学会 日本自動制御協会

参加学協会：バイオメカニズム学会他

会場案内図

大阪府立大学工学部(堺市^{モス}百舌鳥梅町4丁804 電話0722-52-1278臨時)



講演会参加料

一般 1,500円, 学生 1,000円(当日会場にてお支払い下さい)
講演申込金支払者は不要

講演前刷

1部 4,100円(送料300円)

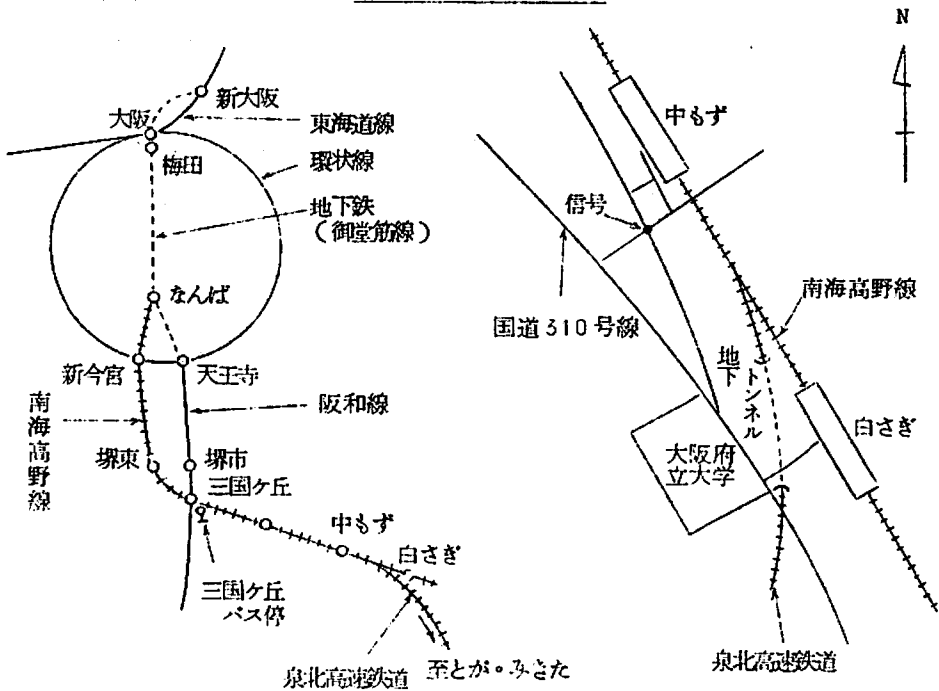
送付ご希望の方は代金を添えて11月8日(月)までに下記へお申込み下さい。

606 京都市左京区山端一丁目1番地 電話(075)701-8893番

日本自動制御協会 振替口座 京都650番

取引銀行 第一勧業銀行百万遍支店

交通案内



(次頁説明)

交通機関

1. 南海高野線，白さき駅 下車 徒歩約5分
2. 南海高野線，中もず駅 下車 徒歩約20分
3. 南海高野線または国鉄阪和線，三国ヶ丘駅下車，南海バス（北野田駅前行，河内長野駅前行または福町行）にて府立大学前下車（バス所要時間約10分，バス発車間隔約10分おき）

電車所要時間

新大阪～なんば間 地下鉄（御堂筋線）で約20分

新大阪～天王寺間 国電または地下鉄（御堂筋線）で約30分

なんば～三国ヶ丘間 南海高野線で約30分（三国ヶ丘～白さき間は、
約7分）

ただし，急行，区間急行，準急を利用し，堺東で普通電車に乗換えると約10分ほど早くなる。準急はたいてい三国ヶ丘，中もずにも停車します。

天王寺～三国ヶ丘間 国鉄阪和線で約25分，ただし，快速，区間快速を利用し，堺市で乗換えると約10分ほど早くなる。

今月の入会者

番号	氏名	卒業校年次	勤務先	住所	
ウー7	内山 恵 宅	県立与野高等学校普通科 昭26年3月卒	日本自動車工業株式会社	〒338 与野市鈴谷289 TEL 0488-53-3102	同 左
モー7	森 慎 吾	千葉工業大電気工学科 昭34年3月卒	東京農工大工学部機械工学科	〒184 小金井市中町2-24-16 TEL 0423-81-4221	〒184 小金井市中町2-24-48 農工大学小金井宿舎104 TEL 0423-83-3420
イ-38	石渡 修 一	多摩美術大デザイン科 昭52年3月卒見込	多摩美術大立体デザイン科プロダクトデザイン	〒 八王子市金遼水1723 TEL 0426-76-8611	〒248 神奈川県鎌倉市材木座1-2-26 TEL 0467-23-3387
カ-23	金谷 孝	早稲田大学博士課程 昭50年3月了	相模工業大学工学部機械工学科	〒251 藤沢市辻堂西海岸1-1-25 TEL 0466-34-4111 内 289	〒177 練馬区大泉学園町2308 TEL 03-923-1935
ナ-16	永田 晟	東京大学 昭34年3月卒	東京都立大学理学部体育学教室	〒152 目黒区八雲1-1-1 TEL 717-0111 内 260	〒 大田区矢口1-29-3
ヌ-10	鈴木 間左支	東京大学医学部 昭20年9月卒	科学技術庁放射線医学総合研究所環境衛生研究所	〒280 千葉市穴川町4-9-1 TEL 0472-51-2111	〒276 八千代市八千代台西6-18-2 公団住宅281号 TEL 0474-82-6688

バイオメカニズム学会 SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

第 67 回 ソビーム例会のお知らせ

下記により第 67 回ソビーム例会を開きます。おさそい合せの上御参加下さい。

日 時：10月22日(金) 14:00～17:00

会 場：早稲田大学理工学部51号館2階会議室

議 題：ルール大学の医学部を中心とする新しい教育研究システム

福原武彦(慈恵医大)

カナダとアメリカの最近のBME

宮崎信次(東医歯大)

司 会：市川 例(都補装具研)

参加費：会 員 300円

学 生 無料

非会員 1,000円

次回は11月26日(金)の予定です。