

1975	バイオメカニズム学会	発行：バイオメカニズム学会
11. 1	月報	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)
No. 61	SOBIM NEWS	電話 209-3211 内線228

## 目 次

エッセイ・バイオメカニズムあれこれ集	都 築 菊地 英一	… 2
レター・ランチョ病院のKinesiology	江原 義弘	… 4
記 録・X線ビーム走査の計算機制御による レントゲン観測法	桐谷 滋	… 7
医用高分子開発の問題点	秋山 太一郎	… 8
第57回ソビーム例会を司会して	渡辺 暁	… 11
国際会議・2nd. Inter. Congress on Prosthetics Techniques and Functional Rehabilitation		… 12
Orthopedic-Technology '76 Inter.		… 16
図書ニュース・バイオメカニズム3—動作の原点の探求		… 20
お 願 い・会員名簿発行について		… 20
運営に関するアンケートについて		… 20
ニュース・特定研究“生体の制御情報システム”11月例会		… 21
今月の入会者		… 22
例会へのお知らせ		… 23

〈エッセイ〉

バイオメカニズムあれこれ

菊池英一(材技研)

御多分に洩れず、人間・自動車系のコース追従運動の制御に関しても長い経験に基いて、いろいろな事がいわれながら、理論化となると実際の後を追う形でのろのろとか進まなかった。しかし長年やっている、研究の初期には思いも及ばなかったことがわかってくるものである。

自動車がどう動くかということは、われわれの日常の経験で十分に知っている積りでも、なぜ自動車が高速で安定にコース追従運動ができ、スラローム運動ができるほどの動特性が出て来るのかとなると最近まで説明ができなかった。

自動車の運動力学という土台の上に、人間による制御が組合わさってコース追従運動が成り立つのであるが、既成の自動制御の考え方でずらすと解けるものでもなく、いろいろとはみ出すところがある。あたり前のことかもしれないが人間の情報処理機能の中身がかなり重要な役目をしているらしい。

脳のどの部分は何の中核で、どこで何が感覚されるかはわかってきているが、人間の脳内の複雑な情報の統合や分解の様子が測定できないために、人間を含めた自動車のコース追従運動の動特性・安定性の確保される理由を説明しようというのはどだい無理な話であったかもしれない。

実際の現象と合うという条件からだんだんに運転者の視覚機能と安定化補償の関係がわかってきたが、必要なのは視覚神経系の細かい生理的構造などではなくて、もっと大づかみな視覚の果している機能の知識であった。実際の路上の運動の力学面からの一種のシミュレーションによって、こうではあるまいかと迷いを繰返しながら推理小説もどきで本質に探りを入れてみたところ、部分々はやさしい理論から構成されていて、当り前のことを当り前に説明するだけのようにはあるが全体が組合わされるとき、きわめて巧妙な補償が行われていることがわかった。

視覚によって取入れられた情報と、過去に取入れて整理された記憶としての経験がどのようにして統合され判断されて採るべき対策を決めて、最終的に一つ一つの筋肉を動かす信号に分解されるのか具体的な事はわからない。

運転しているとき情報処理までは意識できるが、その先の個々の筋肉を動かすために命令を分解し、分配するプロセスは意識に昇らない。骨格、関節、筋肉の個々の動きをベクトルの的に合成して特定の目的のための動作をさせるには、神経センイ群の中を空間的・時間的に筋肉を伸縮させるためにどのように信号群が配分されて流れるのか、この辺のことも一切闇の中にあるらしい。

操作部の運動は果そうとする作業で決まり、操作部の構造はまた、筆者の勝手を命名だが動作制御パターンを制約する。骨格と筋肉という複雑な要素をもった手足の協調のとれた運動を無意識でやれることは、動作制御パターンが旧・古皮質に固定記憶として組込まれているかららしいが、簡単に修正が効くことは融通性が備っていることでもある。

動作のベクトル合成のために命令を分解するには時間がかかるはずだが固定プログラム化されていて、いつでも使えるようになっている。一々の筋肉の動かし方を運動が必要な場に臨んで考えて作るとしたら日常生活にすら差支えることになる。動作制御パターンの記憶は複雑な命令作りの時間の短縮という効果をもっている。

自然は無駄なことはしないから、構造もプログラムにも必要のないところはちゃんと手抜きがしてあるように思われる。法則を確かめることは重要なことではあるが、大自然が気の速くなるような長い時間をかけて造り上げた造化の秘密を短時間で知ろうとするのは僥倖なことかもしれない。

NCI 作機械、産業用ロボットと技術は進歩して来たが、電池や化学工業における触媒など、人体における酵素の作用の精密さと比較すれば、われわれの技術は何となく武骨で融通のきかないことかと嘆息するだけである。

|| レター ||

ランチョ病院の Kinesiology

江原 義 弘 (神奈川総合リハ)

前略

突然のたより驚いたと思います。今ロスアンゼルス市のランチョ・ロス・アミゴ病院という所の歩行分析研究所 (Kinesiology Lab.) に研修にきています。この病院は米国に於けるリハビリテーションのメッカとして世界中から見学者が集まる所で、病院の中にリハ工学センタと呼ばれる組織があって、その中のひとつがこの Kinesiology Lab. (あるいは Kinesiology Service と呼ばれる) です。Kinesiology Lab. のチーフは Jacquelin Perry というドクターで若い頃は P.T をしていたそうです。

あとで記しますが研究と臨床との結びつきが非常に密接であり、この点は見習わなくてはならないと思います。計測システムとしてはとりたてて大がかりだと言うほどのものではありません。4CH 筋電テレメータ、足裏スイッチ、VTR、7CH データ・レコーダ、電磁オシロ、呼気ガス分析装置が主な装置でミニコン関係では 16KW の本体 (テキサス・インスツルメンツ)、TTY、磁気テープ、ADC (8CH)、DAC (2CH) 等です。オンラインにはなっていません。データ・レコーダを媒介にしています。日本を発つ前にあらかじめ我々の計測システムの概略図面を送っておいたのですが、僕が研究所に着くなり主任の Dan が、「あの図面によれば君たちの計測システムのほうが我々のものよりずっと優れている。あんな素晴らしいものを持っていてなんで我々の所へ来たのか。」と言われて返事につまってしまいました。確かにひいき目なく見ても計測システムとしては我々のもののほうが勝るようです。しかし研究所の運営という点ではやはり圧倒されてしまいます。例えば患者が来ると専任の P.T が針電極を刺し、あとは助手がテレメータと足裏スイッチのセットをします。装置のオペレートは全てこの助手が行なう。機械の調子が悪いとテクニシャン

が呼ばれて調整を行ないます。電極オシロに出力されたグラフの整理は別の助手がします。この助手は手のあいている時には針電極の準備をしています。決められた以外の仕事は特にしません。患者数は少ない時で1日6名程度です日本の研究所で1日6名の計測をこなす所がどこかあるだろうか。…呼気ガス分析は適時 P.T が来て行ないます。計測は完全にルーチンになっているのでエンジニアもテクニシャンも手を出しません。最近エンジニアによって開発された「ツエの加重計測器」や「膝のゴニオメーター」はもっぱら P.T の実習生が使っています。この病院には O.T, P.T の教育機関があって研究室にもたくさん学生が出入りして非常に活気に満ちている。

この Lab. の特色は専任のオペレータがいて1日にたくさんの患者計測が可能なことと、システムについて言えば；歩行分析というのはもともと人間（セラピスト）の観察眼によって行なうものであって機械による計測はあくまでその補助手段ではなからうか。この観点からこのシステムをながめてみると、筋電計にしても呼気ガス分析装置にしても人間の観察眼では評価不可能なものを測るものばかりである。写真計測等歩容を定量的に評価しようとするものは何もない。膝がよくまがっているかどうか等はよく観ればわかることだと考えているようだ。もっとも予算の関係で買えないと言うのも事実だろう。もっとはっきり言えば歩容計測は金と時間を食うわりには臨床的に有用なデータが得られないと言うところか。Dr. Perry に言わせれば、ここで計測したデータのうちでも今のところ役に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だそうだ。皮肉な事に両方とも計測装置としてはかなり簡単なもので済む。ただしこの足裏スイッチは重点をおいているだけあって両足で計80Hをテレメータで飛ばしているし、スイッチ部も工夫に工夫を重ねた様子でほとんど故障もなく使い易い。仕掛けとしては別段面白いところはないのだけれどこういう大事なところは実にキチッと押さえている。

次の特色としては臨床家、オペレータ、エンジニア等の役割分担がスムーズである事。エンジニアは「工学的にどんな困難な事でも臨床的に重要だと言う

ならやってみよう。」という姿勢だし。臨床家でEの開発したものを自分のものとして実によく使いこなしている。日本の場合、大きな歩行分析システムを有している所はたいてい義足の分析を主としているので計測から分析までEがやっていて、これはこれで良いのだが、Rancho 流のやり方が可能なら考慮しても良いのではないか。

話はわかるが、こちらで生活していると面白い事に気がつく。そのひとつはアメリカの社会は徹底した“肩書き社会”だと言う事。胸につけた名札には必ずDr.ならDr. 助手なら助手、大学卒なら大学卒と肩書きがついてまわる。名前ある所に必ず肩書きあり。ただし日本と全然違うのは肩書はあくまで“資格”を表わすものであって職務上の階級ではないという点である。“資格”は実力のうちと評価されているのだろう。もうひとつはアメリカ人というのは“おせっかい”をしないという点。正確には「他人に迷惑をかけない」と言う事だろうか。廊下ですれちがう時には1日に何度でも挨拶をするくせに、こちらが机で仕事をしている時には絶対に話しかけない。そうかと言って不親切かと思うとそうではない。忙しい時間を半日もつぶして寮の世話をしてくれたり、自動車の免許をとるのを手つだってくれたりする。その意味ではアメリカというのは非常に住み易い所だと思う。

※以上は一年前米国に研修に出ていた際、友人にあてた手紙を要約したものです。

## 9 月例会の記録

日 時：9月19日 14.00～17.00

場 所：早大理工51号館会議室

参加者数：15名

司 会：渡 辺 暁

## 話 題1 X線ビーム走査の計算機制御によるレントゲン観測法

桐 谷 滋 (東大・医・音声研)

レントゲン観測におけるX線照射量をできる限り減少し、かつデータの計算機処理を容易にすることを目的として、走査型X線マイクロビーム発生装置(ランダム・アクセス型)をオンラインで計算機制御するレントゲン観測システムを開発した。

本方式では、直径約1mmのX線ビームで被写体の局所領域を走査し、その走査を計算機でオンライン制御する。透過X線強度は、NaIシンチレーションカウンタにより計算され、時々刻々に計算機に読みこまれ、この情報にもとずいてX線走査を制御する。この方法では 1.任意限定領域のみのレントゲン観測が可能である。 2.適当な制御プログラムを用いれば、局所有効領域照射による動点・輪郭線等の自動追跡観測が実行できる。 3.高精度のレントゲン計測値が直接計算中にストアされ、データの定量的解析が実行できる。上記の局所有効領域のみのX線照射と高感度・高精度X線計測の結果、低線量でのレントゲン観測が達成される。

最大定格150KV-2mAのX線ビーム発生装置を完成、上記方式によりいくつかの観測実験・モデル実験を行なった。発音時の舌動態観測(6個の舌付着金属ベレットの同時追跡観測)では1フレームあたりの照射野約1cm<sup>2</sup>、照射領域

内での線量約 100mR/min で每秒 100 フレームの観測に成功した。通常の高速度 X 線映画撮影 (X 線蛍光増倍管を使用) では, 照射野  $20 \times 20 \text{ cm}^2$ , 線量 1R/min の程度である。又, モデルを用い, 骨輪郭線周囲の狭い領域にのみ X 線を照射, オンラインで輪郭線を抽出する実験を行なった。これは, 小児における股関節脱臼の低線量診断に応用が可能である。さらに, X 線計測値の高精度・定量性を用いて低コントラスト像の定量的計測, X 線強度分布の定量的解析等を試みている。

現在, 具体的医用場面への応用につき検討しているが, そのような目的にあった画像端末装置として, スキャン・コンバータを用いた表示装置を製作中である。これは, X 線強度計測信号を直接蓄積管に記録することにより, 大容量画素かつ連続階調の画像を計算機メモリを使用せずに記録・表示することを可能とする。又, このような表示画像上で特定部位の座標値計測等を行なって計算機に各種の指示を与え, これにもとづいて特定部位の精密再走査・特殊データの計測等を行なり対話型式の操作を目的としている。

## 話 題 2. 医用高分子開発の問題点

秋 山 太一郎 (日本医用高分子材料研究所)

生体高分子の蛋白質一つをみても定序性, 整合成など未知の点が多い。したがって体内用人工材料 (人工物) は結局, 質的に構造的に合目的性のものをつくるだけである。さて, これら合目的性材料の認定法<sup>1)</sup>は適用部位, 目的によって差異はあるが, 基本的には 1. 生体適合性 2. 生体劣化性 3. 免疫学上 4. 発がん性などについて試行錯誤的に検討する。今日, 一般に行なわれている人工物の生物学的試験法をプログラミングチャート<sup>2)</sup>で示すと図 1 のようになる。人工物・周囲組織の対応の仕方を界面においておこる病理組織学上の変化を分類すると図 2 のようになる。すなわち人工物と周囲組織が ①癒着する型 ②非癒着性の型 ③排せられてしまう型とがある。こゝで問題になるのは①, ②であるが。今日生体内で安全性の高い材質は不活性であり, これらは



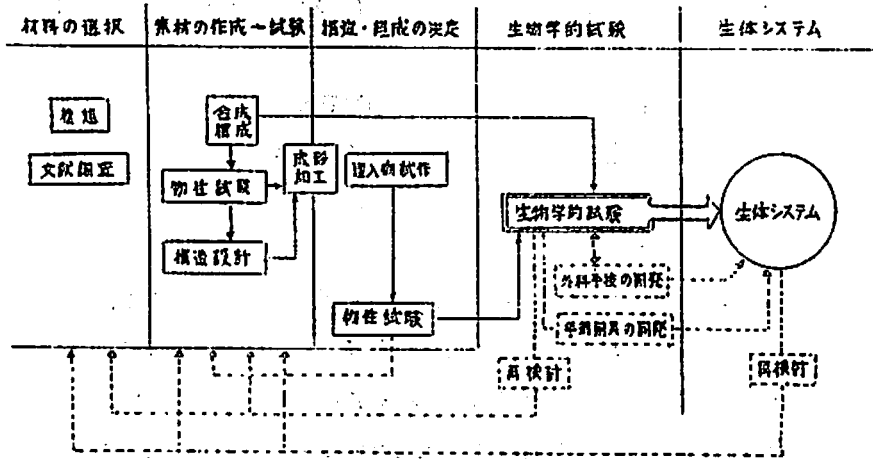






図1 埋入材の研究開発のプログラミングチャート

図2 体内人工物に対する周囲組織の対応の仕方

	人工物に対して周囲組織の反応	型 式	原 材 料
I型	薄い結合織膜で包被される	 非癒着型	シリコン系 ふっ素系ポリマー
II型	厚い結合織膜で包被される	 癒着型	ポリビニルアルコール ポリアミド系
III型	カルシウム沈着がおこる	 癒着型	メタクリル酸添加 ポリメチルメタクリレート
IV型	周囲組織が壊死体外に排出される	 癒着型	セルローズ系 溶剤含ポリマー

皆非癒着型である。非癒着型の人工物を生体に埋入すると結合織がワンデルワルス力で人工物に接している。こうした付着は外力によって引きはがされやすい。このときできた間隙に体液がたまる。この繰り返しが終極的に外傷性的変化をおこす。したがって不活性材質必ずしも理想的ではないといえる。今日人工臓器類が所期の目的を達しえない要因はこの辺に、問題の一つがあるのではたかろうか。次に癒着性材質をつくるには人工物の表面改質が考えられる。

これには表1の方法があるが、この中で有効なものは1と5であるが1は略し

表1 合成高分子の表面改質法

○1. 酸 化	4. アミン処理
2. ハロゲン化	○5. グラフト化
3. スルホン化	

て5についてのみ述べる。人工物に対してコラーゲンをグラフト化する方法は、人工物（PVA、シリコン、テフロン）をプラズマ処理した後、コラーゲン（医用として精成物）をコーティング、乾燥後γ線照射をする Interpolymer Complex ができる。このものは生体内で結合織と反応する安全な材質であることを、京大・安倍ら<sup>1)</sup>との共同研究において確認した。結合織と人工物の間にクラフトされたコラーゲン層がみられる。生体は秩序の高い、しかも整然とした反応系であり、フィードバックをもつ制御系であるが、このような生体に人工物が長期間安全に、永続的に所期の目的を達しうるような人工物は、受け入れられるものは受け入れるべく対応していくが、システムの流れを阻害するものは遠慮なく体外に排除されてしまう。この点からやゝ飛躍した結論ではあろうが、ゼノグラフトが最も有効な方法であろう。しかし、これとても今日免疫学上の壁につきあたっているため実用の域には程遠い。このような段階で人工物にコラーゲンをグラフト化したものは、ゼノクラフトが完成するまでの中間的役割としても意味があろう。

- 1) 秋山太一郎：医用高分子材料の生体適合性の基本，  
月刊薬事，17, 6, 23~30, (1975)
- 2) 秋山太一郎：医用高分子と生体との適合性の条件  
人工臓器，3, 4, 289~294, (1974)
- 3) 安倍隆二，ほか：人工気管に関する実験的研究  
人工臓器，2, 6, 330~335 (1973)

## 第57回ソビーム例会を司会して

渡辺 瞭(東大)

今回の講演は2題とも医学関係で、一つは情報処理、他は材料に関するものであった。

「X線ビーム走査の計算機制御によるレントゲン観測法」(桐谷 滋氏, 東大医学部)は、X線ビームを計算機で制御して、少ない被曝線量で舌の運動を測定するという優れた着想に基づいて開発された方法である。今日、この分野ではX線ビームと計算機を組合せるといのが、一つの趨勢になりつつあり、この問題をいち早く手がけられたことに敬服したい。この方法は舌の運動のほかにも、骨の運動、造影剤を注入した時の循環系あるいは一般の臓器運動の測定、肺の末梢循環検索など、種々の応用を考えることができる。確かに、被曝線量を減すため、臓器運動等の全貌を画像として見ることはできないという不便はあるが、X線による臓器運動測定法を現在よりも頻繁に使うことができるようになれば、臨床診断のためにも、また基礎医学研究のためにも得るところは大きいと考えられる。

「医用材料開発の問題点」(秋山太一郎氏, 医用高分子材料研究所)は、組織埋込用医用材料に関するもので、本来異質のものであるところの生体組織と人工材料とをいかになじませるかという点に焦点をあてたものである。テフロンをコラーゲンを仲介として生体組織に結合させる方法について述べられたが、人工材料のどんな情報をとらえて、生体側が“選好み”をするかという点は難しい問題で、現在のところまだわかっていないとのことである。材料科学、臨床医学、基礎医学など広範な分野を結集しなければ、この問題は解明できないと考えられるが、ここにこそいわば“金脈”ともいふべき非常に興味ある研究課題がかくれているという印象であった。

国際会議

1 Second International Congress on Prosthetics Techniques  
and Functional Rehabilitation

PSYCHOSOCIOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF THE HANDICAP  
IN THEIR RELATION TO ASSISTIVE DEVICES

Palais des Congrès

CANNES (France)

March 28-April 2, 1976

PRACTICAL INFORMATION

Chairman of the Mr. P.H. Dixon (United Kingdom)

Organizing Committee

Technical Organization <A.D.M.> - Congrès

Secretariat 41, rue E. Vaillant

Registration 93100-MONTREUIL (France)

Tel.: 287 2588

287 7399

Telex: 22429 F.UPIEX-ADM

Working languages Simultaneous interpretation will  
be provided at plenary sessions and  
panel discussions in GERMAN  
ENGLISH, and FRENCH.

CANNES, city of congresses, has a wide choice of hotels of  
different categories. <A.D.M.>. Congrès will help you with  
all your requirements for travel, your stay in Cannes, and

Post-Congress excursions in the heart of the French Riviera.

THE CONGRESS PROCEEDINGS

The formal opening session of the Congress will take place on Sunday, March 28, at 19:00, and will be followed by five working days, each of which is to be devoted to a specific theme.

For the first four themes, the following daily schedule will be followed:

- |                                   |   |  |
|-----------------------------------|---|--|
| 09:00-10:45<br>and<br>11:45-13:00 | { | Plenary sessions, each including 2 reports of 30 minutes each followed by 45 minutes of discussion which could include two pre-arranged presentations of 10 minutes each.                                |
| 14:30-16:30                       | { | 3 panel discussions held simultaneously. Pre-arranged presentations could be given during these panel discussions, which will be organized by the moderator responsible for the theme for the day.       |
| 17:00-18:00                       | { | Synthesis of the panel discussions in plenary session. Each moderator will give a 15 minute summary of the conclusions of his panel. These summaries will be followed by a 15 minute general discussion. |

The schedule for the fifth theme is given in the Scientific Program below.

Simultaneous interpretation will be provided in German, English, and French.

The Congress is essentially multidisciplinary in nature,

Open to members of the medical, paramedical, sociological, legal, and administrative professions and representatives of insurance and social security bodies, as well as representatives of organizations of the handicapped.

☆ ☆ ☆

SCIENTIFIC PROGRAM

MONDAY, MARCH 29

1st theme Psychological problems related to the handicap  
PANEL DISCUSSION

Psychological impairments related to:

- I. -Motor deficiencies;
- II. -Sensory deficiencies;
- III -Visceral deficiencies.

\* \* \*

TUESDAY, MARCH 30

2nd theme Sociological and economic problems related to the  
handicap

PANEL DISCUSSIONS

- IV. -The handicapped with assistive devices and his environment.
- V. -The handicapped with assistive devices and his work.
- VI. -Legislation concerning assistive devices.

\* \* \*

WEDNESDAY, MARCH 31

3rd theme Technology of assistive devices and psychosociological problems

---

バイオメカニズム学会

SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

---

PANEL DISCUSSIONS

- VII. -Manufacturing assistive devices on the international level.
- VIII. -Evaluation of assistive devices.
- IX. -Influence of psychosociological problems on the conception of new devices.

\* \* \*

THURSDAY, APRIL 1

4th theme Psychosociological problems and the functional rehabilitation of the handicapped with assistive devices

PANEL DISCUSSIONS

- X. -Training of medical and paramedical personnel.
- XI. -Maintenance of assistive devices for handicapped.
- XII. -Psychosociological problems of functional rehabilitation of sensory impairments.

\* \* \*

FRIDAY, APRIL 2

5th theme Perspectives and prospective approach to international cooperation with regard to assistive devices for the handicapped

For the preparation and presentation of the reports. we have as of now been assured of the cooperation of the following:

**2** ORTHOPEDIC-TECHNOLOGY '76 INTERNATIONAL

11-15. MAY 1976

**A** General subjects and professional politics

Education, professional training and perfecting

Tasks of the orthopaedic technician in cooperation  
with the physician.

Possibilities of co-operation on a European and  
world-wide basis.

**B** Prostheses lower extremities

-Amputation techniques

-Short prosthesis of the lower leg

-Prosthesis of the upper leg

-prosthesis for hip-exarticulation and hemipelve-  
ctomy

-catering in old age (prosthesis or wheeled chair?)

-Therapeutic rehabilitation

-Prosthetic constructions

-Modular prostheses in comparison with hitherto  
existing techniques

-medical aspects in judging leg-prostheses

-provision of prostheses from the point of view of  
the amputated patient

-critical examination of modern constructions

**C** Orthoses for extremities

-Trunc

-Extension

-Fixation



- Reclination
- Redressement
- Storage
- Measuring and modeling techniques
- Special prosthetic fitting parts
- Material
- Special symptoms and their orthopaedicttechnical treatment

D Various subjects

- Panel discussions on recent issues concerning sanitation stores, the medically related business, manufacturers.
- Presentation and demonstration of new industrial products

E Free papers

F Film presentations

Responsible for the Scientific

OM Hellmut Habermann

Programme:

6 Frankfurt a.M., Marienburgstraße 5-7

T. (0611) 677047

General information on the Scientific Programme:

During morning sessions, special attention will be given to subjects A-C.

Ample time will be available for contributions during discussions

Up to 12 minutes will be available for lectures.

Prepared reports should not exceed 3 minutes.

The time limit for free papers is 1 1/2 minutes.

Schedule for afternoon sessions:

panel discussions

free papers

demonstrations by the industry

film presentations

The time limit for free lectures will be 10 minutes.

Official languages of the congress

The official languages of the congress are German, English and French.

Simultaneous translation will be provided during the morning periods.

Projection facilities

Projection facilities are designed for presentation of 5x5 cm (2" x 2") slides.

Different sizes upon request.

For film presentations projection facilities of 8, 16, and 35 mm are available.

Papers to be submitted

Manuscripts of lectures on the main theme, free papers, and prepared reports to be held during the discussions should be submitted no later than October 31, 1975 (approximately 200 words)

The programme-committee will decide on accepting contributions and will inform the authors about the decision in due time.

バイオメカニズム学会

SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

For participation, please, contact:

Programmausschuß für den Kongreß Orthopädie-Technik  
Z.Hd.Herrn Hellmut Habermann

6 Frankfurt a.M.

Marienburgstraße 5-7

The final dead line for submission of manuscripts is  
is October 31st, 1975.

#### Exhibition

There will be an exhibition in conjunction with the  
congress, which appears to become the world's largest  
scientific exhibition.

Interested parties are requested to contact:

Bundesinnungsverband für Orthopädie-Technik

D-43 Essen 1, Kottwiger Str.27,

Tel.: 0201/235133/34

#### Official Congress Bureau

DER-Congress Bureau, W.Syborg

Direktion, Dept.442

D-6000 Frankfurt/Main 1

Eschersheimer Landstr. 25-27, Postfach 2671

GERMANY

Tel.: 0611/1566-377, Telex: 412 432

Helmut Ginko

President

Dipl.-Kfm.F.Schütte

Manager

図書ニュース

第4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3——動作の原点の探求”

が東大出版会より刊行されました。この論文集には第4回シンポジウムのA論文と討論、展望などを収録してあります。貴重な参考文献としてお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。周辺のかたがたにもぜひおすすめ下さい。

バイオメカニズム1 特価 4,500円 定価定価 4,800円

バイオメカニズム2 " 5,500円 " 6,000円

バイオメカニズム3 " 6,500円 " 7,500円

なお第4回シンポジウムの前刷集にはB論文が収録されておりますので

第4回シンポジウム前刷集

バイオメカニズム3 特価 8,500円

でおわけします。ただし前刷集のみの販売は致しません。

以上いづれも送料当会負担です。

お願い

1. 会員名簿発行について

当会の会員名簿は昭和47年9月に発行して以来改訂が行なわれておりませんでしたので、明年早々発行を目標に資料を整備したく存します。同封の用紙に記入の上、お忘れなく当会宛お返送下さい。

2. 運営に関するアンケートについて

当会も発足して以来丸9年経過し、来年は10周年を迎えます。この間会員各位の御協力により順調な運営を続けて参りましたが、一方やゝ運営がマンネ

り化している感もあります。10周年の機会に新たな展開を期したく、各位の忌憚ない御意見を同封用紙に御記入の上お送下されば幸に存じます。

ニュース

特定研究“生体の制御情報システム”

11月例会

日時：11月17日 13.00～20.30

場所：機械振興会館地下3階1号室

1. 人間の体温調節システムの機構と制御機能

川島美勝（横浜国大）

2. キャブサイレン脱感作ラットの研究

中山昭雄（阪大医）

3. 生体調節システムのモデルと評価関数

宇都宮敏男（東大工）

4. 多次元DPマッチング

津田孝夫（北大工）

5. 頭皮上発発電位を背景脳波の統計的な性質

寿原健吉（東教大）

6. 皮膚感覚における機械刺激と電気刺激の関係

斉藤正男（東大医）

今月の入会者

番号	氏名	勤務先	連絡先	住所	卒業校年次
573	市村 三知子	東京電気大学工学研究科	住所	〒167 杉並区西荻北 4-2-9 TEL 399-3253	千葉工大 50年卒
574	米内山 等	東海大・工学部制御工学科	〒259-12 平塚市北金目1117 TEL 0463-58-1211 ex 641	〒 世田谷区大原 1-47-11 武市塚方	東海大 51年卒 見込
575	玉置 明子	慶応大学工学部	住所	〒154 世田谷区太子堂 1-2RA16 TEL 410-2788	慶大 52年卒 見込

第59回ソビーム例会のお知らせ

下記により第59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：11月29日（土） 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：バイオメカニクス国際シンポジウムに参加して

浅見高明（教育大）

欧米の補装具研究の近況

田中 繁（都老研）

イギリスの油圧義手

—フィルム提供・ロンドン大学—

岡田良知（早大）

司 会：加藤 一郎（早大）

参加費：会 員 300円

学 生 無 料

非会員 1,000円

◎会場受付で入会できます

◎12月例会は12月19日（金）の予定です

1975 12. 1 №.62	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 209-5211 内線228
-----------------------	---------------------------------	---

目 次

提	言・医療装置とバイオメカニズム	吉田 恒… 2
記	録・Burstein 博士整形外科における Biomechanics の1・2の問題	山内裕雄… 4
国 際 会 議	・8th Inter. Congress on Cybernetics	… 6
図 書 ニ ュ ー ス	・バイオメカニズム3——動作の原点の探求	… 8
お 願 い	・会員名簿発行について	… 8
	運営に関するアンケートについて	… 8
例 会 へ の お 知 ら せ		… 10



## ＝ 提 言 ＝

## 医療装置とバイオメカニズム

吉 田 恒 (東芝・玉川)

医療装置は、診断および治療に従事する医師や技師と診断および治療を受ける患者とのマン・マシン・システムの1つであり、相互間のインター・フェイスのマッチングを計ることが必要です。

ところで医療装置を取り巻くシステムの場合には、従来のシステムと異なり医師が機械を操作する部分と機械が患者に影響を与える部分の2つのインター・フェイスがあり、後者は患者や半健康人を対象とするので、インター・フェイスのマッチングと併せて安全性や信頼性についても充分考慮する必要があります。

私が開発設計に携わっているX線(レントゲン)診断装置においても、X線被曝量低減などを目的として、X線テレビ技術の発達に伴ない操作卓を鉛で遮蔽された隣室に設ける遠隔操作型の診断装置が普及しています。(医師と被検者は鉛ガラスおよびITV・マイクロホンを通して情報伝達を行ないます)

その結果、従来医師は胃や腸などの診断の際にバリウムの厚さ調節や流れを変えるために自らの手を用いて被検者の腹部などを圧迫してX線写真を撮影していたのが、遠隔操作型X線診断装置に付属している木製又はプラスチック製の碗、最近では被検者への安全性を考へて前記碗にスポンジを被せた圧迫筒を、パウダー・クラッチ、トルク・モーター、摩擦板などによるトルク・リミッターを介して単に被検者に機械的に押しつける機構になっています。そのたの会員の内にも経験がある方がいると思われませんが、装置の追従性が悪くて腹部に過度の力で圧迫が加えられたり、腹部を圧迫したまま体を機械的に動かされるために、硬い圧迫筒が肋骨などに当り痛い思いをすることがあります。(放射線工業会として圧迫力は最高10kgf以下、圧迫時の被検者移動はインテング以外は不可と決定したので、このような事は今後なくなると思います)

医師にとっても、自らの手を用いて被検者を圧迫したり触診することが出来ないため、靴の下より足の裏をくすぐるような焦ったさがあり、医師の手の代用をするために自由度があり、触診の代用をするための皮膚感覚を備えた装置の開発が内外をとわず望まれています。

上記の例は一例であり、私の担当している狭い範囲を見ても医療装置は現在システム化という意味で生体情報の計測および映像のデータ処理の面が脚光を浴びていますが、装置が被検者に直接影響を与えるインター・フェイスの面で、軟かく・感覚のある患者を扱うメカニカル・ハンドリングが重要な位置を占めるので、義手・義足という prosthesis 以外でも、バイオメカニズムの技術が十分応用される必要があると思います。

10月例会の記録

日 時：10月27日（月）16.00～18.00

場 所：順天堂大学新館6階講堂

参加者数：30名

司 会：山内裕雄（順天大）

Albert H. Burstein 博士

整形外科における Biomechanics の1,2の問題について

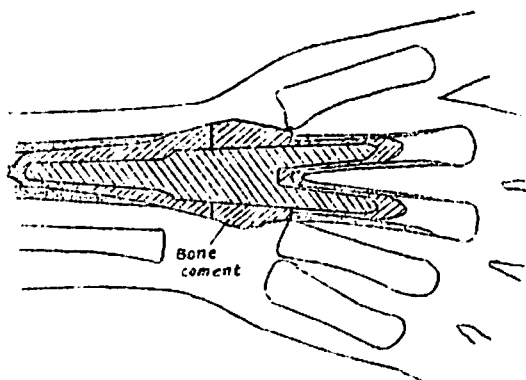
Dr. Burstein は Cleveland の Case Western Reserve 大学整形外科の Biomechanics 研究室の主任であり、工学出身の方である。協同研究者の Victor H. Frankel 博士と共に整形外科領域での Biomechanics の基礎的・応用的研究を巾広くやられ、Orthopaedic Biomechanics (Lee & Febiger, 1970) の著者としても知られている。今回山口市で行われる第2回整形外科バイオメカニクス研究会に出席のため来日されたので、日程をさしていたらいて、順天堂大学で講演していただいた。

今回は整形外科医の出席の多いことが予想されたため、主として臨床的なお話をお願いしたが、1.骨折の内固定の力学、2.手関節を骨セメントで補強して固定する方法の2点について話が進められた。

1. 骨折の内固定では、長管骨の固定に用いるプレートでは、力のバイパスを作る可能性があること、固定を強固にするためプレートを丈夫にすればする程、このバイパスが大となり、骨の弱化を来す恐れのあることなどについて述べられ、内固定材自体にこの力の負担がかゝらず、骨の弱化の恐れが少い点では、髄内釘の方が力学的に優れているが、太い釘を挿入するために骨髄を余り

削り過ぎると、骨皮質が薄くなり、別の意味での骨の弱化（山内ら：大腿骨髄内固定治療における力学的諸問題について、バイオメカニズム 2：44, 1973 参照）を来すこと、回旋固定力が弱いことなどの欠点を改良するために、Dr. Heiple との共同で作った新型の髄内釘についての話が中心であった。

2. 手関節の固定については、高度のリウマチで手関節が破壊され、全く支持性がなくなった状態のものに、良肢位で内固定し、手後直ちに手関節の安定性を獲得させ、機能の向上を計るもので、やはり Dr. Heiple らによって発表されている（山内：第 29 回米国手の外科学会より、臨床整形外科 9：659, 1974 参照）これは図のごとくチタン製メッシュを橈骨および、第 2・3 中手骨に挿入し、この周囲をメチルメタアクリル樹脂の骨セメントで補強するものである。骨セメントは時と共にひびが入って力学的には弱くなって行くが、チタンのメッシュが入っているため、恰かも鉄筋コンクリートのようになって、實際上不都合は生じないということである。（骨セメントが骨に与える影響、セメントの強さと、骨の強さとの違いなどの点で、私自身はこの方法には批判的である。）



以上の講演の後、骨の強さなどについての活発な質問があり会を終えた。私の印象は、お話自体はさほどユニークなものではなかったが、工学者が、これまで医学の事を理解され、自家菜籠中のものとされていることに感服し、“ME”の研究には、MがEを理解すべきこともさることながら、両者の相互理解・共通言語が必要であることを、再び痛感した次第である。（山内裕雄）

国際会議

VIIIth INTERNATIONAL CONGRESS ON CYBERNETICS

Namur, September 6 to 11, 1976

The International Association for Cybernetics is organizing the VIIIth International Congress on Cybernetics. It is under the Honorary Presidency of the Governor of the Province of Namur.

Subjects.

1. Principles of Cybernetics and General Theory of Systems.
2. Cybernetics in Social Systems.
3. Cybernetics in Mechanical Systems.
4. Cybernetics in Biology and Medicine.

Agenda.

The Congress will comprise : the formal opening session ; plenary sessions during which lectures (followed by discussion) will be given on general topics relating to Cybernetics, a symposium devoted to the application of Cybernetic and General System Theoretic Concepts to the Simulation of Large Scales Systems, a plenary closing session.

The detailed program will be sent in due course to those taking part.

The official languages of the Congress will be : French and

English.

The proceedings of the Congress will be published at the end of 1977.

Fees.

The enclosed participation form is to send, duly filled up, to the Secretariat of the International Association for Cybernetics (Palais des Expositions, Place André Rijckmans, 5000 NAMUR-Belgium).

Fees:

- Members of the Association and authors of papers: 1000 Belgian francs.
- Other participants : 2000 Belgian francs.

Notice to authors of papers.

Authors of papers are requested to send the title and a summary of the paper to the Secretariat, as soon as possible, (and not later than January 1, 1976). The definitive text must be handed in before August 1, 1976.

Summaries of papers.

Summaries of papers, in typescript, will be distributed, free of charge, at the opening of the Congress to those taking part. They can immediately be supplied to any one not taking part in the Congress on payment of the sum of 1000 Belgian francs with a reduction to 500 Belgian francs for members of the Association.

図書ニュース

第4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3——動作の原点の探求”

が東大出版会より刊行されました。この論文集には第4回シンポジウムのA論文と討論、展望などを収載してあります。貴重な参考文献としてお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。周辺のかたがたにもぜひおすすめ下さい。

バイオメカニズム1	特価	4,500円	定価	4,800円
バイオメカニズム2	”	5,500円	”	6,000円
バイオメカニズム3	”	6,500円	”	7,500円

なお第4回シンポジウムの前刷集にはB論文が収載されておりますので、

第4回シンポジウム前刷集	}	組合せ特価	8,500円
バイオメカニズム3			

でおわけします。ただし前刷集のみの販売は致しません。  
以上いづれも送料当会負担です。

お願い

1. 会員名簿発行について

当会の会員名簿は昭和47年9月に発行して以来改訂が行なわれておりませんでしたので、明年早々発行を目標に資料を整備したく存じます。前回同封しました用紙に記入の上、お忘れなく当会宛お返送下さい。

2. 運営に関するアンケートについて

当会も充足して以来丸9年経過し、来年は10周年を迎えます。この間会員各位の御協力により順調な運営を続けて参りましたが、一方やゝ運営がマンネリ化している感もあります。新たな展開を期したく、各位の忌憚ない御意見を同封用紙に御記入の上お送下されれば幸に存じます。

バイオメカニズム学会

SOCIETY OF BIOMECHANISMS JAPAN

今 月 の 入 会 者

番 号	氏 名	勤 務 先	連 絡 先	住 所	卒 業 校 年 次
576	秋 山 太 一 郎	日本医用高 分子材料研 究所	〒152 目黒区中根 2-11-22 TEL 717-2468	〒161 新宿区下落合 3-5-18	



第60回ソビーム例会のお知らせ

下記により第60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：12月19日（金）13.00～17.00

会 場：早稲田大学工学部5 1号館2階会議室

話 題：特集“魚の遊泳”

魚の運動

渡辺 譲，木村 誠（機技研）

魚の運動に関する考察

土屋喜一，平本隆夫（早大）

ワンダサイクルとスケート

六車義方（シンボ工業）

司 会：梅 谷 陽 二（東工大）

参 加 費：会 員 300円

学 生 無 料

非会員 1,000円

◎会場受付で入会できます

◎1月例会は1月23日（金）の予定です

1976	バイオメカニズム学会	発行：バイオメカニズム学会
1. 1	月報	事務局：東京都新宿区西大久保4-170
46.63	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

あけましておめでとございます

目次

研究管見・武道の研究	浅見高明…	2
図書ニュース・計測と制御小特集：福祉工学		… 5
バイオメカニズム3—動作の原点の探求		… 5
記録・11月例会		… 6
第5回国際バイオメカニクス会議に出席して	浅見高明…	6
ETAN会議報告と欧米の補装具研究の近況	田中 繁…	9
イギリスの油圧義手	岡田良知…	10
11月例会を司会して	加藤一郎…	12
今月の入会者		… 14
例会へのお知らせ		… 15

## 研究管見

## 武道の研究 — 丹田と重心と姿勢を正す —

浅見高明（筑波大学体育科学系）

武武道においては、古くから「臍下丹田に力を入れよ」といって丹田の位置と働きについて注目してきた。臍下丹田とは新村出の『広辞苑』によれば、「臍の下の下腹部にあたる所、ここに力を入れると健康と勇気を得る」と定義されている。白隠禅師の『遠羅天釜（巻之上）』には「人に気海丹田あり、気海は元気を収め養ふの宝処、丹田は神丹を精練し寿算を保護するの域府なり。……丹田は臍下三寸、気海は寸半……」とあり、平田篤胤の『志都能石屋』には、「気海の下の穴処を丹田というも、その不老不死の丹薬を蓄へたる田というの義」と書かれている。また貝原益軒は『養生訓』の中で「臍下三寸を丹田という。腎間の動気ここにあり。養気の術、つねに腰を正しく据え、真気を丹田におさめ集め、呼吸をしずめてあらくせず、事にあたっては、胸中より微気をしばしば口に吐き出して、胸中に気をあつめずして丹田に気をあつむべし。……特に武人は此の法を知らずんばあるべからず……」と言って武人には丹田に気を集める養気の術を体得することが大切であると説いている。

佐藤通次は『身体論』の中で、「人間のからだはいはば、一箇の統一ある肉塊である。統一体であるからその一の座として必然的に各局部を統合する力の集点が存しなくてはならぬ。その一の座は、物体的自己の一の座たる腰部の筋肉に存するほかはない。その腰部にも各種の筋肉が錯綜するから一の座は各筋肉の力を集約する一点でなくてはならぬ。それが臍下丹田であって、丹田は肉体的自己の力の源を成す一点である。この丹田を物体的自己の重心の落ちる垂直線上に現成せしめることを姿勢を正すというのである。丹田はいはば動的重心である」とのべ、単なる気集約点というだけでなく、物体的人間の力の集約点として丹田をおさえている。すなわち丹田は神気を中心であると言った形

而上的とらえ方から実体のあるものとして形而下的にとらえようとしているのである。そして『身体論』の中で、正坐における丹田の位置を図1に示すように図解している。

D点は臍であり、床面と並行に線を引き、坐面の中央からたてた鉛直線との交点をEとする。このE点の三寸下に丹田Fが位置するというものである。

そこで姿勢を正して坐ったならば、身体の重心線上に丹田を位置させることができるかどうか実験的に確かめてみた。被検者は東京教育大学柔道部員30名（平均年齢20才、経験年数7.6年、段位2.5段、身長173.3cm、

体重76.1kg）であった。柔道における正坐法は指坐といわれ、下腹部を前方へ、臀部を後方へ突き出すようにして背すじを伸ばし、母趾を重ねて坐る方法である。正坐の重心測定は等質の板と体重計を用いた秋田式重心位置測定器によりY軸（前後）重心を計った。同時に写真を取り図1に示した丹田作図法によって丹田の位置をきめた。

特に正坐法を指導しないで、自然に正坐させた場合の重心と丹田の位置関係は図2の左図に示す通りで、重心（・印）位置は、丹田（○印）よりもかなり高く、そして後方であった。しかしながら柔道における正坐法を指導してから正坐をさせると図2の右図のように重心線は坐面（下腿長）を100とすると後方から48.2%のところを通して丹田垂線とほぼ一致した。つまり佐藤通次の言うように姿勢を正すことによって丹田を物的自己の重心の落ちる垂直線上に現成せしめることが出来たわけである。このようにすることによって足首辺に体重が集中する坐り方から下腿全面に均等に体重が配分される坐り方になったということである。

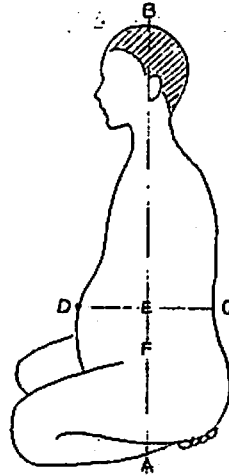


図1 坐位における丹田作図法

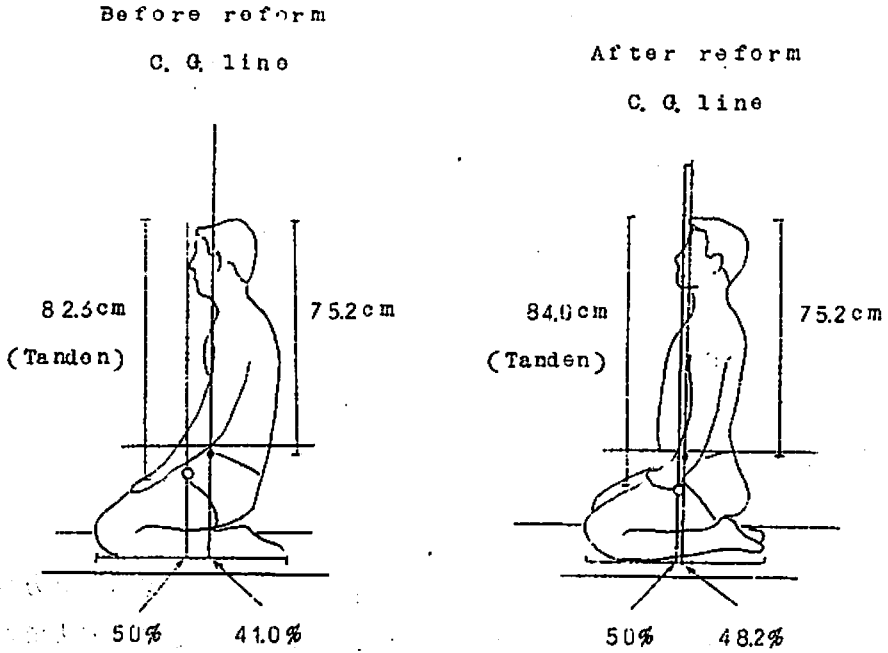


図2 正坐法指導後の丹田と重心位置の変化

人間はもちろんのことロボットにおいても機械においても大学においても国家においても姿勢を正し、重(中)心をとることが最も大切なことである。最近個人から国家に及ぶまで姿勢の乱れが多すぎるように思うがいかがであろうか。

図書ニュース

1 計測と制御 12月号

小特集・福祉工学

巻頭言・福祉と科学

座談会・社会福祉と科学技術

展 望・福祉産業技術の体系化

計測と制御の立場からみた

リハビリテーション工学の現状と将来

解 説・病院内輸送システム

技術報告・視覚代行システム

ろうあ者の触覚による音声認識

研究室紹介・製品科学研究所

東京都補装具研究所

渡辺 茂

大島・加藤

市川・合田

合田 周平

土屋 和夫

石井・井口

伊東

和気・清水

吉本 千禎

内村 喜之

河村・

加倉井

2 第4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3 — 動作の原点の探求”

が東大出版会より刊行されました。この論文集には第4回シンポジウムのA論文と討論、展望などを収載してあります。貴重な参考文献としてお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。周辺のかたがたにもぜひおすすめ下さい。

バイオメカニズム 1 特価 4,500円 定価 4,800円

バイオメカニズム 2 " 5,500円 " 6,000円

バイオメカニズム 3 " 6,500円 " 7,500円

なお第4回シンポジウムの前刷集にはB論文が収載されておりますので

第4回シンポジウム前刷集	} 組合せ特価 8,500円
バイオメカニズム3	

でおわけします。ただし前刷集のみの販売は致しません。

以上いづれも送料当会負担です。

### 1 1月例会の記録

日 時：11月29日(土) 14.15~17.25

場 所：早稲田大学理工学部5 1号館2階会議室

参加者数：18名

司 会：加 藤 一 郎

話 題1 第5回国際バイオメカニクス会議に出席して

浅 見 高 明 (筑波大学体育科学系)

国際バイオメカニクス会議 (International Congress of Biomechanics) は、1967年にスイスのチューリッヒで第1回会議を開いてから2年毎にアインドーフエン (Eindhoven) , ローマ (Rome) , ペン・ステート (University Park, PA) と順催してきて今回はフィンランドのユベスキュラ大学 (Jyväskylä) 主催で世界から約300名の参加者を集め盛大に開催された。

演題総数も177題と前回のペン・ステートの時に比べ倍増し、日本からも35名参加し、発表演題も20題を越えた。発表演題は7つのsessionに分けられていた。

Biomechanics of Sport ..... 44題

Basic Movement ..... 28題

Electromyography .....	18 題
Neuromuscular Control .....	26 題
Methodology .....	21 題
Ergonomics .....	9 題
Rehabilitation .....	18 題

### 1. Biomechanics of Sport

スポーツ種目の中では陸上競技の発表が多く、走跳投の動作を 16mm あるいは 35mm 高速度映画で撮影し、motion analyzer で分析し、身体各部の速度、加速度、変位を観察記録している。しかし単に動作分析におわっているだけでなく、EMG や Electrogoniometer, Forceplate, 酸素消費量などとの同時記録がふえて、より多面的な解析が行われるようになった。水泳の発表も多く、swimming treadmill を用いて水泳中の EMG とその積分値、酸素消費量の測定は極めて一般的になり、引き網を用いない方法で水の抵抗をはかり推進力との関係をみたものもある。

球技では、バスケットボールシュート時の上肢下肢の EMG や目の動きを Eye-movement recorder で記録したもの、サッカー、バレーボール、ハンドボールに関して動作分析とエネルギー効率を調べたものなど興味深かった。共産圏諸国の研究は、高級な器械は使用していないが、実際の技術指導と結びついた現場に役立つような研究が多いのに感心させられた。

### 2. Basic Movement

normal な歩行と pathological な歩行を比較した研究が多い。研究の手段は Force plate, EMG, 加速度計, Goniometer などが使われ、非常に多面的になっている。ランニング、垂直跳、投動作、サッカーキック、サイクリングなどの研究もみられたが、扱い方は positive work と negative work の比較といったものが多い。外力に対する身体動揺の調節をみた研究がポーラ



ンドと日本から発表されたが、いずれも柔道選手の調節能が一般人よりもすぐれているということで興味深かった。

### 3. EMG, Neuromuscular Control

筋電図は表面電極を用いた多チャンネル誘導による研究がほとんどであるが、筋放電量の定量化をはかる目的で積分曲線をえがくものが多くなった。また誘発筋電図をとりM波、H波を問題にした研究もいくつかみられたが、まだ基礎的実験の段階にあるように見受けられた。欧州の研究者が最も関心をもち、熱心に研究を進めているのはBiopsyで身体各筋肉から筋組織を抽出してslow twitch fiberとfast twitch fiberとの比率を調べたり、ATPaseの定量をしたり相当に組織化学的な研究が多くなってきた。

### 4. Methodology, Ergonomics, Rehabilitation

Methodologyの面では、Digital speedometer、ピエゾ電極を使ったmulti componentのPlat-form、新しい型のEye-mark recorderやPedoscopeなどが目についた。Rehabilitationの関係では義手義足をつくる上での各部関節部分の構造と機能の研究が数題みられた。

もともとはBiomechanics of Sportの研究から出発したこの国際会議も神経学、整形外科、人類学、機械工学、力学とまことに多方面にわたる領域の人達が集まるようになり、国際会議らしい様相を呈してきたが、一方ではユニークさのなくなることをうれえる声もある。しかしこのような他方面の専門家の集まる会議は日本でもどしどし行われ、研究の交流がなされるべきではないかと思つづく感じた。

## 話 題2. ETAN 会議報告と欧米の補装具研究の近況

田 中 繁 (東京都老人総合研究所)

ETAN 会議はよく知られているように、三年に一度、ユーゴのドブロブニクで開かれる人間の手足の外部制御に関する国際会議である。会議はオープニングセッション、一般講演及びハードウェア展示等に分かれている。オープニングセッションではアメリカの J. Resnick により手先具からの力及び位置に関する信号をカーボンボタンと残存神経内ワイヤ電極により神経へ直接フィードバックする研究と、フランスの P. Rabishöng により空圧の下肢固定装置を利用した動力装具の研究をしている AMOLL プロジェクトの紹介があった。一般講演では 48 題の発表があり、分類してみると機能的電気刺激 (FES) に関するものが 11、上肢義肢に関するもの 25、下肢の研究が 8 その他となっている。FES の研究はユーゴとアメリカが他の国をリードしており、1チャンネルの FES は開発の段階を終わり、種々な応用に関する発表が多かった。上肢の義肢ではやはり単機能をもつ義手がすでに商品化を終りつつあり、前腕切断及び上肢切断共に多自由度義手の自然な制御をいかに可能にするかという制御システムに関する研究、又それを神経との直接的な接続により実現しようとする試みに関するものが多かった。下肢では動力装具の実用化に関するものが多く発表された。

次にこの会議の後ヨーロッパからアメリカにかけてリハビリテーション工学センター (REC) を中心として訪門してきたもので研究の近況について述べる。もっとも REC という概念はアメリカで作り出されたものだと思うがヨーロッパでは必ずしも一般的な言葉とはいえないようである。又アメリカ及びユーゴの REC でも“センター”といっても常にその名のついたビルがあるわけではなくむしろ研究者達の“集り”をセンターと呼んでいるようで、日本のようにまず建物をたて人を集めるのとは大きな違いを示しているようであった。REC の研究課題としてはこの 5 ケ年 (アメリカでは今月で REC の第 1 期の 5 ケ年計画を終える) ① FES ② 動力義手・装具 ③ 歩行分析に関するものが中

心であった。FESでは先に述べたような傾向にあるか1チャンネルの腓骨神経刺激装具が表面、埋込両方式共にユーゴ・アメリカ等の国でセラピーに使用されており、C.P.あるいは側彎症の治療にも応用されている。又尿の排拙制御への応用等もあり今後ともRECの一中心課題となっていくであろう。②の義手・装具の研究はこの間最も多く研究されたものであろうが必ずしも期待された成果が出てきたとばかり言えないようである。しかし、多自由度義手の制御方法としては残存筋からのEMGパターン判別法によるコントロールがスウェーデン義手やモスRECの上腕義手に用いられてある程度の成果を上げている。一自由度の義手では商品化されたものも多くOTTO-BOCK, VIENNA-TONEやアメリカのVA-HAND, BOSTON-ARM等、手先具や肘のユニットがあり、いかにして使ってもらおうかということが、今後のテーマである。③の歩行分析はこの中でも古くから行われた研究であり、データを取る段階は終り実際に、治療の場において使用可能なシステムをいかに構成し、歩行の評価を行うかという研究が、ボストンREC, ランチョREC等で行われていた。又その他のものとしてはフランスにおいて原子力研究所で開発中のロボットと車イスを組み合わせることにより頸損の患者の自立を可能にしようというSPARTACUSプロジェクトやシカゴRECで開発された頸損患者用の環境制御システム等がある。

全体としてはやはりリハビリテーションの過程で実際に使用され得るような装置・システムを開発、研究していこうとする傾向があるように筆者には感じられた。

### 話 題3. イギリスの油圧義手

—フィルム提供・コンドン大学—

岡 田 良 知 (早大)

夏、ユーゴスラビアのドゥブログニクで第5回E.T.A.Nシンポジウムが開かれた。この時ロンドン大学のDavisらが“a prototype Hydraulically Powered Arm Prosthesis”の演題の中で上映したものがこのフィルムで

ある。両側先天性欠損児用の義手を扱っており、その内容はパワー源・アクチュエータ・義手本体にまたがっている。

彼らが油圧義手の開発に着手したのは10年前に遡る。66年に電気・空気圧・油圧の3つの動力源の比較について論文を発表している。動力義手の分野ではこの頃から研究の主流が多機能化に向いていた。この動力源の比較も多機能化という観点からなされており、2つの主張がある。1つは閉ループ位置制御すること、1つは系の時間応答を速めることである。これにより患者は制御部位の変位を被制御装置と関連づけることを学習できるので、視覚フィードバックチャンネルの負担を取り除ける。また仕事の複雑さが増しても患者をわずらわせるような系の遅れを消却できる。複素おくれ及び、速度応答、同一速度への立上りに対するエネルギー効率で3つの動力源を比較し油圧がとくに優れていることを明示した。その後、一連の油圧機器の開発を進めた。'69年には油圧アクチュエータの応答性と効率について両者の最適化を論じている。また一連の油圧ポンプの開発を進め'71年には超小型で高効率なラジアルピントルタイプのポンプを開発した。'72年には義手の使用条件にマッチングしたエネルギー節約型の携帯用油圧パワー源を開発した。同時に位置フィードバック路を内蔵するバルブ・アクチュエータのプロトタイプを開発した。また比較的過負荷な条件で使用される義手用油圧システムの挙動について論じている。今回の義手プロトタイプは、これら一連の成果を集約したものと考えられる。以下その概要に触れる。

このプロトタイプは、片腕に4自由度（肩回転・肩屈曲・肘屈曲・前腕回内外）と手の開閉の1自由度をもつ、全て肩までコントロールケーブルをひき、そこにあるキーで操作する。肩・肘・手首はShimpsonの機構をとり入れて平行モードで連動して動くので、手先の方向を変えずに肩と手首の間の距離を設定できる。反対側にはパワーユニットが組込まれている。両側はコルセットで一体になっている。バランスのとれたスマートな外観をもつ、電源部は腰のベルトに装着する。

パワースはラジアルピントルポンプとコアレス直流モータ (20w) と 1/3 に減速し連結したものである。義手の作業条件に適応して、一定流量をたくわえポンプをとめるためにアキュムレータとマイクロ・スイッチの組合せを用いている。さらにフレキシブル・リザーバ、逆止弁、フィルタ、保護用圧力スイッチが加わったものが全体のパワユニットである。小型化されており、その大きさは空気圧義手用のガスポンベ半日分に相当する。所要電源は 12 (V), 1.8 (Ah) の Ni-Cd 電池で、ほぼ 1 日分の作業ができるとしている。ポンプ出力は 30 [kg/cm<sup>2</sup>], 600 [cc/min] で、この時のポンプ・モータ系の全効率は 50 (%) である。

バルブ・アクチュエータは内部に位置フィードバック路があり、シリンダがスプール位置に追従する。バルブはフローコントロールタイプでポンプとマッチングしている。特性の良くそろった 4 ポートバルブで、この操作力は十分低く、対象患者の状態にあわせた効果的なインターフェース製作を可能にしている。

ターミナル・デバイス部はフック型と人間型が交換できるように、特殊な流体継手を使っている。この操作部だけは圧力デマンドバルブを用いており、任意に把持力がコントロールできる。

10 年の経過の中で油圧機器の開発、特にポンプの開発は一つの頂点に達したと考えられる。しかし今後も義手の構造と制御には、多くの問題が残されている。

11 月例会を司会して

加藤 一郎 (早大)

#### 話 題 1

バイオメカニクスを一つの山にたとえるならば、その登山口は幾つかある。フィンランドで開かれた第 5 回国際バイオメカニクス会議は、そもそもがスポ

ーツの分野の集まりとして発足した。それが今回のセッション立てを伺うとリハビリテーションに関し約1割もの論文が集まっている。

スポーツのバイオメカニクスを健康工学とでも呼ぶならば、リハビリテーションのそれは福祉工学のはんちゆうに入るのであろう。面白いのは健康から医療・福祉への幅が広がってきていることで、最近の社会動向とこれは無縁ではなからう。

わが国からの20数題の発表は、体育、整形および人類の分野からのものであった由であるが、その中で“臍下丹田と重心”というようなユニークな研究が国際的にスポットが当てられたということはわれわれとして心強さを感じる。

## 話 題2.

3年毎に開かれるETAN会議は小じんまりした、いかにもシンポジウムらしい会議であるが、第5回会議のハイライトが幾つか紹介された。運動および感覚神経と電源とを直結するアメリカの実験には、その大胆さに驚くと共に、わが国の社会との相違を痛感する。

アメリカにおけるRECというセンターが、必ずしも建物を意味しないで人の集まりであるという話は、考え方の本質をついていてハットさせられる。演者も述べているようにわが国ではとかく行政レベルでまず建物が優先してしまう。ハードがあってソフトが欠けている。だから、建物ができるとすべて完了となってしまう、さて本番という運転がギクシャクしてしまうのである。

## 話 題3.

油圧方式の義手開発は、世界的にイギリスと日本が2大センターである。解説者はわが国で多年油圧方式を手がけている研究者であり、その紹介は歴史的にまた技術的に意をつくしていた。

多年にわたるイギリスにおける先駆的研究に敬意を表したい。

今月の入会者

番号	氏名	所属機関	連絡先	住所	卒業校年次
577	小之原 良 則	八重洲リハビリ リ殊 企画開発部	〒103 中央区日本橋茅場町 3-6 TEL 666-7911	〒362 上尾市大字小敷谷西 上尾第一団地 2-14-103 TEL 0487-25-7097	鹿児島大 工・28年卒
578	津 村 俊 弘	大阪府立大・ 工 航空工学	〒591 堺市モズ梅町 4-804 TEL 0722-52-1161	〒558 大阪市住吉区我孫子 町3-41 TEL 06-691-0475	阪大 35年卒
579	伴 菊 夫	通産省工技院 製品科学研究 所	〒144 大田区下丸子 4-21-2 TEL 759-0151	〒244 横浜市戸塚区舞岡町 2018 TEL 045-821-1865	東京農大 繊維工学 34年卒
580	伊 藤 宏 司	名古屋大・工 自動制御	〒464 名古屋市千種不老町 TEL 052-781-5111 内 6437	〒464 名古屋市千種区幸川 町3-8 名大幸川町宿舍 15号 TEL 052-782-1559	名大 44年卒

第61回ソビーム例会のお知らせ

下記により第61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：1月23日（金）14.00～17.00

会 場：早大理工51号館2階会議室

話 題：歩行計測特集

歩行の極座標表示 塚原 進（福島医大）

歩行の総合分析システム 江原義弘（神奈川リハセンター）

司 会：飯 田 卯之吉（国立補装具研）

参 加 費：会 員 300円

学 生 無 料

非会員 1000円

◎2月例会は2月27日の予定です。

◎4月以降の例会日を第4水曜に変更する予定です。御意見お寄せ下さい。



1976	バイオメカニズム学会	発行：バイオメカニズム学会
2. 1	月 報	事務局：東京都新宿区西大久保4-170
No. 64	SUBIM 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

## 目 次

研究紹介・生物機械としての網目状能動体のPR	梅谷陽二・菱川 明… 2
技術データ：生体機能の電気刺激について	稲坂 勤… 5
記 録： <u>12月例会</u>	
魚 の 運 動	渡辺 謙・木村 誠… 8
尾ひれの運動	土屋喜一・平本隆夫… 9
ワンダーサイクルとスケート	六車義方… 11
12月例会を司会して	梅谷陽二… 14
図書ニュース：自動化技術1月号“図説メカニカルハンド”	… 15
バイオメカニズム 3 — 動作の原点の探求	
例会へのお知らせ	… 16

研究紹介

生物機械としての網目状能動体の P R

梅谷 陽二・菱川 明 (東工大・工)

＊生物機械＊

工業社会の発展とともに、工場の自動化、人間を危険な作業から解放するという問題が重要性を持つようになってくる。そして人間的でない単純くり返し作業、人間にとって危険性の大きい作業を人間にかわってやってくれる機械が要求されてくる。

そのような機械を実際に製作するにあたっての最大の問題は、機械に汎用性・融通性・柔軟性を持たせなければならないということである。一方、生物は様々な環境に適応し、生きるために種々の作業を行ってきている。彼らは既存の機械に比べた場合、実に融通性に富み、作業範囲が幅広い。このことから、上記の課題の解決のためには、生物の中に手本を見出し、生物の機能と同等の機能を有する機械を作るということが、一つの方法として浮かんでくる。

このような、いわゆる「生物機械」の一形態としては、1次元線形能動リンク機構“索状能動体”がある。これはヘビの移動様式を手本とした新しい型の移動機械で、数年来研究されてきており、数々の成果があがってきている。ところが、生物界においては、このヘビのような1次元的なやわらかさを持つものばかりでなく、2次元、3次元とより高次のやわらかさを持ち、人工の機械とは異質な機能を持つものが存在している気がつく。それではこのうち2次元的の広がりを持つ生物機械があったらどのような機能を遂行することができるだろうか？ この機械には、壁、天井等を吸着移動し、種々の作業を行なう等、2次元形状の特質を生かした柔軟な機能を発揮できるのではないだろうか？

このような考えのもとに、本研究では生物界に目をやり、まず1) 2次元的でやわらかい移動体として「アウビ」に注目し、吸着力を測定したり、移動様式を観察したりすることによっていくつかの知見を得た。2) それをもとに機械モデルとしてARM-I, ARM-IIという2種の網目状能動体を試作し、

やわらかさを工学的に実現するための諸問題を解明しつつある。

＊網目状能動体＊

網目状能動体 (A R M : Active-Reticular-Mechanism) はアワビの観察から発想された 2 次元機械である。形状的には四角形要素で構成された網状体を採用し、柔軟性を出すために多節リンク構造をとった。

機構学的には網目の交点部分は 4 対偶素節であり、この部分にアクチュエータと 4 つの球対偶が配備されている。この部分を「足」と呼び、足の対偶間を結合する節を「腕」と呼んでいる。このような構成で構造体の自由度を計算してみると、曲面上に全部の足が乗るのに必要な自由度よりもかなり多くなってしまっている。余分な自由度はアクチュエータを有効に生かすためにも規制されねばならない。そこで、筋金と呼ぶ自由度を規制された 1 行 1 列を網目の中に加えると、自由度は必要十分なだけ残されることになり、目的が達成されることがわかった。さて、A R M に必要な機能を考えてみると、

- I) なじむ機能 能動的に自身の体形を変化させ、曲面の形状に一致させる機能
  - II) 吸着機能 壁面、天井を移動する際 A R M を面上に保つために必要
  - III) 移動機能 従来の移動機能と異なりさまざまな形状の面を移動するため、対地適応性が要求される。
  - IV) 横載機能 柔軟構造の A R M に電源制御機器、作業用器材等を積む際やわらかさを殺さず、かつ荷重を分散させる積載法が必要
  - V) 認識機能 曲面の形状を認識し、それに応じた歩行・作業を決定する。
- の 5 つがあげられる。このうち A R M - I では I) と II)、A R M - II では I) と III) の実験をした。I) に関しては結果は良好であり、簡単な論理回路を用いた制御で、すべての足が曲面上に乗っている状態と、すべてが離れている状態が安定で、その他の場合、アクチュエータが動作して、すべての足を曲面上になじませるように働くことを確認した。II) についてはバルブをつけた吸盤を足にとりつけ吸着させたが、まだ力不足であり検討を要する。III) については、歩行様式は、車輪等を用いず、アクチュエータにより腕にトルクをかけ、

足を上下に揺動させて列ごとに波をつくり、その波を後方に伝播するという「アワビ式歩行」を行なった。ここではサーボ機構やミニコンの導入が間に合わず、手動操作での実験だったが、ある程度満足のいく結果を得、明るい見通しを持った。IV)については未検討であり、現在V)の機能を検討中である。

#### ＊ARMの認識機能＊

認識機能は、知能機械としてのARMの中心的機能であり、3次元パターン認識機械としての一面を持つARMにとってなくてはならないものである。曲面を認識するためには網目を曲面にかぶせ、腕から得られる角度情報を処理するわけだが、ふろしきでスイカをつつむ例でわかるように、網目は必ずしも曲面全体にわたってなじむことはできず、「しわ」ができてしまうことがある。そこで、網目がどこまで曲面になじめるのか、限界を探るということが1つの問題となる。球の場合を例にとると、この限界は半径と腕長との比の関数となるのだが、球の北極からおおっていった場合、南緯40度付近まではしわがでないという結論が得られている。

この限界内では腕の角度情報は有効に使えるので、それを用いて、近似的に足の接した点のガウス曲率と平均曲率を求め、曲面の局所的及び大局的な特徴パラメータを定めて、曲面を所要のカテゴリーに分類しようという試みが現在進行中である。

この機能は、他の4つの機能が、機構的・ハード的な観点からアプローチされるのに対し、ソフト的な問題点であるということで特異な課題となっている。

#### ＊ARMの未来＊

これまで述べてきたように、様々な機能を有する網目状能動体は、壁面、天井での作業機械として有用であり、その応用加能性は、今まで自動化の困難だった造船業における船体の自動溶接ロボットとして、あるいはビルの窓ふき等大きな構造物上での作業を行なう移動ロボットとして、更には3次元物体の識別ロボット、マニピュレータの先端部等々、その柔軟構造の特徴を生かし、様々な分野にわたっている。

現存する単用途の重々しい機械群に比して、このようなやわらかい機械、生

物機械は、実に機動性、汎用性に富み、来たるべき新しい人類世界の香りをふりまいて、心を湧きたたせるものがある。

実際の使用に供せられるようになるまでにはまだまだ多くの困難が残されているが、これらを1つ1つ解決し、有用で夢多き2次元機械の実現に向けて着実に進んで行きたいと考える。

### 技術データ

#### 生体機能の電気刺激について

稲 坂 勤 (東京理大)

生体に対する電気エネルギーの印加の歴史は古く、その源泉は1700年代のGalvaniの実験に始まり、その後多くの先人によって数多くの実験が繰り返され、現在、電気生理学として発達し科学の一分野を形成している。しかし生体機能の電気刺激には未知のことも多く存在し問題点も多く残されている。この解決すべき問題は工学、医学の分野に広範囲に分散し、かつ存在している。

したがって、独立した分野での解決は非常に困難であると考えられる。そこで今後、この種の問題解決に対しては工学、医学関係者のより一層の協力を望むものである。

以下、本稿では電気刺激に限定して工学の分野からいくつかの問題点を提起したい。

#### 1. 刺激方法

電氣的刺激方法を大別すれば、表面電極による方法と埋込み電極による方法になる。表面電極法は電気刺激中最も簡便な方法であるが、比較的高い電圧値を必要とすること、また効果的な刺激が出来ないのが欠点である。すなわち、生体電気のレベルと比較して、刺激電圧のレベルが非常に高く非能率的であると同時に危険性を伴なう。

一方、埋込み電極法は刺激電圧が低く工学的立場からみれば非常に能率的でありすぐれた方法と考えられる。しかし、医学的には多くの問題点が残されている。埋込み電極を使用する場合はカプセル(小形の刺激装置)を同時に埋込

むのが普通である。このカプセルに電源内蔵型のものを使用した場合は、カプセルの使用可能な期間は電池のライフタイムで決定する欠点がある。すなわち、長期間の使用が不可能となり再埋込みが必要となる。

この欠点は、電源に二次電池を使用して電磁波による充電、あるいは、電磁波によるエネルギーの直接供給によって解決されつつあり、さらに原子力電池の利用によってカプセルの性能を一段と向上させることが可能になって来ている。しかし、この電源の問題は今後も引き続いて研究すべき重要な点である。

## 2. 電 極

表面電極の場合は、電極不良時の交換が自由に行なえるから電極そのものに対する問題点は極めて少ないと考えられる。埋込み電極では埋込み後の交換は不可能となるから、生体内での経時変化を考慮して化学的安定性、電気的特性さらに、物理的強度のすぐれた材質を選定する必要がある。

上記の因子は相反する場合が多い。したがって生体用電極としての新しい材料の開発、さらに電極が直接生体に触れない容量性リアクタンス電極の開発等が今後の問題である。

また、ペーストを併用する今日の表面電極および、埋込み電極に対する電気的特性の最も重要な問題は、電極界面に生ずる二重層容量と分極抵抗である。このインピーダンスは電気的に非線形特性を示し、刺激時の使用周波数、および電流値によって大巾に変化する。したがって、電極材質の選定時に考慮する必要がある。

## 3. 刺激波形

刺激波形として主に矩形状直流パルス電圧が使用されている。しかし、刺激波形、パルス電圧値、パルスのデューティ・サイクルは刺激部位によって変えるべきであり、矩形状直流パルスが万能とは考えられない。さらに重要なことは電流の問題である。すなわち、単なる電流値 ( $V/|Z|$ ) で考えるべきではなく、使用電極の面積を考慮に入れた電流密度 ( $A/m^2$ ) で考えるべきである。

また、2項で述べた非線形インピーダンスは、刺激波形の歪みの原因となる。したがって適切な刺激波形を生体に印加するためには電流源駆動が必要であると考える。

以上、工学的な問題点の主な事項を列記したが、細部に関する問題は数多く残されており、特に医学上の問題点は工学以上に存在するものと考えられる。

また、電気刺激と刺激による生体反応の正確な相関を求め、生体に対する最適電気刺激をめざして、各界諸氏の研究と一層の協力を望む次第である。

## 12 月 例 会 の 記 録

日 時：12月19日（金）1:00～5:00 PM

場 所：早稲田大学理工学部51号館会議室

参加者数：25名

司 会：梅 谷 陽 二（東工大）

### 話題1 魚 の 運 動

渡辺 謙・木村 誠（機械技術研究所）

生物の運動機能研究の一環として、魚の游泳のメカニズムを解明し、将来その結果を工業技術に取り入れる目標で、コイ（鯉）を研究の対象に選んで実験に着手した。

先ずコイの定常的直進運動を観察するために観察用透明水槽にコイを入れて、水流の流速を調節してコイの遡行運動とバランスさせると魚を停めて運動を観察することができる。

それを16mm映画で記録し、運動解析に都合よい部分の20～40コマをサンプリングしてそれを連続的に拡大プリントし、トレースして重ねて行くと魚の各部の運動軌跡が得られる。

このような解析の結果として、コイ型の魚の直進運動は体を正弦波的に揺動するのが推進の原動力であり、とくに、尾びれを含む体の後部約3分の1の振動がその主力であり、その際に胸びれ、背びれなどは安定翼、方向舵などの役割を果たし、腹びれや尻びれは体表に密着して何の役割も果たしていないことがわかった。尾びれの運動が最も精妙で、小エネルギーで効率良い推力を得る点で重要ファクターをなしている。

また、コイが敏速な行動を起してから急旋回し、危険などから退避する際に示す過渡的運動も解析した。このような急旋回を行なう場合の鱗（ウロコ）の



態様も観察してひとつの解釈を下した。

これらの実験結果に基いて泳ぐ模型魚“ A Mechanical Fish ”を作製した。本物の魚の運動にできるだけ模擬させるため、実験に使用したコイをモデルにした。機械魚は小型直流モータで駆動される。尾びれには磷青銅の薄板を用い、その厚さはバネ常数を考慮しながら 0.2 mm のものを実験的に選んだ。また、最も簡単な機構で実際の尾びれの運動を模擬させるために、尾びれの中央部の磷青銅を切り抜いて、そこへ代りにポリエチレンの薄膜を若干のたるみを持たせて張り渡してある。試作品は第 1 号機であるので未だ不完全で放水のために短命に終わったが、運動性能と推力などはほぼ予想した結果が得られた。改良した第 2 号機を近日中に作製して、速度、推力その他の諸測定を行う予定である。

模型機械魚の精度をあげて行けば、活きた魚では研究が困難な諸測定が可能になる見通しが得られた。このことは魚の運動に関連した流体力学を掘り下げて行く上で、有力な手段となしうると考えられる。また、魚の運動の解析と、模型魚で実証されつつある事柄などを基礎にして、新しい推進装置を備えた実用性ある軟構造の水中、水上航行体開発やその他の応用への発展を目指している。

## 話題 2 尾ひれの運動に関する研究

土屋喜一、平本隆夫（早大理工）

### 1. はじめに

本研究は魚の推進運動を工学的に解析し、水中移動機械への応用の可能性を検討することに目的を置く。

近年海洋開発が盛んになり浅つかの海洋構造物も建造されている現在、同じ海洋に棲むイルカ等の哺乳動物やニジマス等の魚は陸上に棲む動物の筋肉の能力から考えて遙かに速い速度で泳ぐとして注目されている。この理由の一つとして魚の游泳運動自体が効率の良い推進を可能にしていることが考えられる。そこで筆者は推進運動で主要な尾ひれの運動に注目し、尾ひれ模型を用いた推

進力測定実験及び水素気泡法を用いた魚体周囲の流れの可視化により魚の推進機能とその応用性を考察してみた。

## 2. 尾ひれの模型実験

一般に速い速度で泳ぐ魚は体の後端  $1/3$  を左右に振動させ、尾ひれ部分について進行方向に垂直な横振動と尾部の点を中心とした角振動の合成振動と考えられる。このことを考慮し尾ひれ模型を製作し、推進力測定実験を行った。この結果を要約すると以下のようになる。1) 推進力は尾ひれの振動数が大きくなるにつれ増加する。2) 推進力にはある振動数を越える点で飽和する傾向が見られる。3) 横振幅が大きくなるにつれ同一振動数に対して推進力は大きくなり、更に推進力飽和振動数は小さくなる。4) 横振動と角振動との位相差がほぼ  $-\pi/2$  で最大の推進力が得られる。5) 尾ひれの剛性が小さい程同一振動数に対して推進力の飽和は早い、低振動数域での推進力の立ち上りは剛性大の場合と比較して著しく推進力も大きい。6) 剛性大の尾ひれでは同一振動数に対し推進力値は大きい反面発生時間が短かく断続的である。7) 剛性小の尾ひれでは推進力値は小さいが推進力の発生は剛性大と比較し一層連続的である。

## 3. 流れの可視化

魚の推進を説明するものに渦がある。推進時に魚の後方に生ずる渦によって魚体廻りに循環が生じ、マグナス効果から魚体前後に圧力差が生じる。筆者は尾ひれが魚の推進に如何に関与しているか調べるために水素気泡法を用いて、材質シリコンゴムなる魚体模型をアクティブに運動させた場合の魚体周囲の流れを観察した。その結果、振動数が大きいと後方に渦度の大きな渦が生じ、振幅を大きくすると渦領域の増大が確認され、魚体廻りに交番の流れが目視された。以上の観察結果から、尾ひれには渦を形成すると同時に循環により生ずる圧力差を推力成分に変換する働きがあると言える。尾ひれの剛性を考慮すると、渦形成時においては剛性大の方が強い渦を生じ、圧力差を推進力成分に効率良く変換するには剛性が勝る。尾ひれの剛性が過小であれば強い渦は形成されず、過大であれば圧力差を効果的に利用できないことから尾ひれの剛性には最適値

が存在すると思われる。

#### 4. 尾ひれの応用

尾ひれを水中移動機械に応用する際の方法を以下のように提案する。1) 尾ひれの受ける流体力を基に、受動的に横振動と角振動の位相差が $-\pi/2$ 付近になるように尾ひれに適当な剛性を持たせる。2) 尾ひれが形成する渦の差圧を効率良く受けるような機械本体の形状と重心位置を考える。3) 速度の制御は振動数制御が望ましい。以上の条件を考慮し筆者らが開発した浮遊式構造物への応用を試みた。この構造物は各ユニットに分割されバンタグラフの原理からユニット間の角度に対応して脚が伸縮する機構を持ち、この機構によって浮体と波との間に相対速度を持つため尾ひれの取り付けが可能となる。<sup>(1)(2)</sup>

この結果、1) 波浪エネルギーを吸収し推進エネルギーへと変換できた。2) 尾ひれ側面に作用する反発力から浮体の動揺軽減が達成された。3) 尾ひれによって波が攪乱され幾分の消波効果が得られた。

#### 参考文献

- (1) 土屋、下村、並木、八木：浮遊式海洋構造物の動揺制御に関する研究、第13回SICE学術講演会予稿集、8.27-29、173/174、1974
- (2) 土屋、並木、平本：浮遊式海洋構造物の動揺制御に関する研究(第2報)第14回SICE学術講演会予稿集8.20,21,22 79/80 1975

#### 話題3 ワンダーサイクルとスケート

(車輪揺動式推進原理を応用した自転車)

六車義方(シンボ工業)

#### §1 従来の下肢障害者用自転車の欠点

##### a. 車椅子の場合

車椅子は車輪に固定されたリング状のハンドリムを手で駆動するようになされているが、このような入力方法では車輪を駆動する

力が間歇的になる為に、力が十分に込められず、疲労も早いという欠点がある。

b. 手動クランク式三輪自転車の場合

此種自転車では後輪軸に設けられたクランクを乗務員側のレバーで駆動回転させるようになされているもの、或いは後輪軸に設けられたフリーホイール（ラチェットが入っている）をチェーンを介して乗務員側方のクランク付きスプロケットにより駆動回転させるようになされているものがある。

しかし、このような三輪自転車はいずれも駆動装置とが別々に設けられており、例えば右手で駆動装置を操作し、左手で舵取装置を操作する為に、乗務員の動作の右左対称性が失われ、ぎこちない運動になってしまうという欠点がありました。

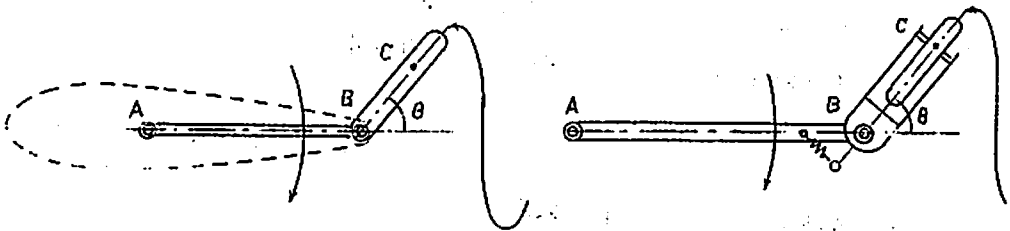
§ 2 望ましい下肢障害者用自転車の設計思想

- a. シンメトリーであってデザインが良いこと。
- b. 高速安定性能が得られること。(cf. 10km/h)
- c. 駆動動作が左右対称で連続入力できること。
- d. バック走行ができること。

以上の四つの条件が必要であり、ワンダーサイクルはこれらの条件を全部満たしている。

§ 3 ワンダーサイクルの原理

(車輪揺動式推進原理)



魚

車輪揺動装置

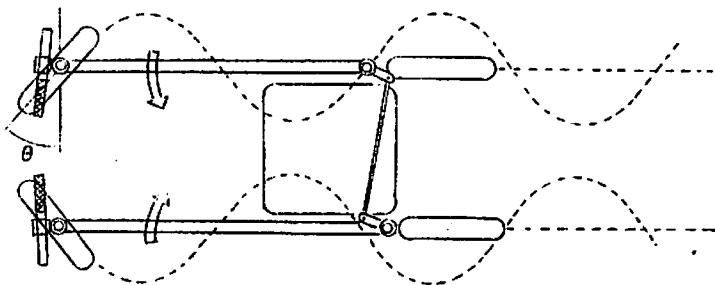
魚は揺動中心 A を中心として首振中心 B を揺動させ、その首振中心 B

の後方に設けられた尾びれの作用点Cで推進力を生ずる。

車輪揺動装置でも魚と同様に揺動中心Aを中心として首振中心Bを揺動させ、その首振中心Bの後方に設けられた車輪の接地点Cで推進力を生ずる。尚、車輪揺動装置では、首振中心B部分で車輪の首振をコントロールすれば、バック方向に推進力を生ぜしめることも可能である。

ワンダーサイクルは、上記首振中心B部分に入力し、車輪の首振を人為的にコントロールすることにより、前進後退は勿論、無段変速効果をも得ることを目的とした、新しい駆動方式を取り入れた自転車である。

#### § 4 ワンダーサイクルの構造と特徴



- ① 前輪駆動方式である。
- ② 前輪は舵取と駆動を兼ねる。
- ③ ハンドルから直接に前輪に力を加えて駆動し、前輪角度を適宜選択しつつ走行する。(無段変速効果を出せる。)
- ④ バックができる。
- ⑤ 同期装置により前2輪を安定して揺動させることができ、揺動アームを右左対称に揺動させうる。
- ⑥ 駆動姿勢が自然であり、長時間でも疲れない。
- ⑦ 駆動入力が連続的に前輪に作用し、大きな力が入力できる。

#### § 5 結 論

ワンダーサイクルは上述の如く、車輪揺動式推進原理という魚の泳ぎ

方に学んだ駆動推進方式を応用した下肢障害者用自転車であり、一応この種自転車としては成功した商品になっている。ワンダーサイクルを御使用いただいている人達からも好評を得ている。

このように、従来のありふれた商品においても、発想の源泉を新しい道に求め、特に生物学もしくは生物自体にその源を求めることは意義のあることであると確信します。

### 12月例会を司会して

梅谷陽二(東工大)

話題1 魚の運動を工学者としての立場から研究され、モデルを使った実験などを興味深くお話された。まず、コイを飼育する苦労話、回流水槽による游泳観測、コイの游泳メカニクスの解析、飼をつかまえるときのクイックリターンモーション、などにつづき、定常直進用のモデル(950グラム、 $2H_z$ の尾ひれ振動)のフィルムを拝見した。モデルが実物のコイそっくりに泳ぐ姿に驚嘆した。この種の動物形推進すべてについて言えることであるが、今後この御研究を応用される上でのポイント、すなわち魚の生きた泳ぎ方のプリンスプルを人工的にどうアレンジするかについてどんな展開がなされるか期待したい。

話題2 ニジマスを想定したモデルを用いて、魚の尾びれの游泳メカニズムを基本的に解明される話であった。従来、動物学者が行なってきた実験は、いわば動物の内部に関する知識を求めるために行われてきたが、工学者は同じ実験を外部からブラックボックスとして把握するという違いがある。そのため実験結果の評価にも基本的な立場の差異が見られる。尾びれ揺動時の水流を可視する実験が興味深かった。ただ水槽の大きさと実験法について、流体力学の分野から異論が出るかも知れない。

話題3 魚の尾びれを陸上推進に応用する卓抜なアイデアに興味をそそられた。標題の2種類はすでに製品として市販されている由。バイオメカニズムの固まりとも言ふべき斬新な工夫が各所にちりばめられている。開発研究の苦心談も参考になった。最後に実物を試乗させていただいた。ワンダーサイクルが身障者向けにきわめて適していることは、乗ってみて実感できた。普及の成功をお祈りする次第である。

### 図書ニュース

#### 1 自動化技術 1月号(工業調査会)

##### 特集“図説メカニカルハンド”

人工の手開発の動向

加藤 一郎

“つかみ”の意義と機能

伊藤 英世

人工の手のメカニズム

谷江 和雄

全腕式動力義手開発の意義

舟久保照康

<グラビア>メカニカルハンドの使用例

パテントにみるメカニカルハンド

図説メカニカルハンド

国内メーカー・大学・研究所・海外

#### 2 第4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3——動作の原点の探求”

が東大出版会より刊行されました。この論文集には第4回シンポジウムのA論文と討論、展望などを収録してあります。貴重な参考文献としてお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に当会宛代金をそえてお送り下さい。周辺のかたがたにもぜひおすすめ下さい。

バイオメカニズム1 定価 4,800円 特価 4,500円

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

バイオメカニズム 2	定価 6,000円	特価 5,500円
バイオメカニズム 3	定価 7,500円	特価 6,500円

### 第62回 ソビーム例会のお知らせ

下記により第62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：2月28日(土) 14:00～17:00

会 場：東京都補装具研究所会議室（早大理工学部前）

話 題：軟体機械の開発 多々良陽一（静大）

新しい運動解析システム Selspot と障害者用

生活環境制御装置 Linguadac 岡本勝年（日製産業）

司 会：渡辺 暁（東大）

参加費：会 員 300円

学 生 無 料

非会員 1,000円

---

☆ 51年度例会予定日は下記の通りです。

4月21日(水)

5月26日(水)

6月23日(水)

7月28日(水)

9月22日(水)

10月20日(水)

11月24日(水)

12月22日(水)

1月26日(水)

2月23日(水)



1976 4. 1 №65	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

提 言：海底資源開発に役立つロボットを	内田 条 治… 2
研究短信：生体のオシレーション	山 崎 努… 8
研究速報：サイバネティックモーションの研究	小川 敏一… 13
	森 政 弘
記 録：1月例会	
歩行の極座標表示	塚 原 進… 20
歩行の総合分析システム	江 原 義 弘… 22
1月例会を司会して	飯 田 卯 之 吉… 25
国際会議：Orthopädie International Technik 76	… 26
図書ニュース：バイオメカニズム3—動作の原点の探求	… 27
今月の入会者	… 28
例会へのお知らせ	… 29

＝提 言＝

海底資源開発に役立つロボットを

内 田 条 治 (富士電機)

<はじめに>

学会より執筆依頼を受けたのが12月上旬、バイオメカニズムの会員ではあっても日頃の仕事が人工の手とか人工の指とかいっただぐいのもと異なる方面に従事している筆者にとって、それは“とまどい”と“ためらい”以外の何ものでもなかった。そうこうするうち指定期限の12月末を迎え、ギリギリの線で筆を執った今日は正月元担。

正月の新聞は夢をのせる。その一つ、1日付読売新聞1面に『産油国日本』夢じゃない。秋に東シナ海試掘とある。高度成長時代は上を向いて歩いたが、これからの不況低成長時代は下を向いて、それも地中深く進むのがいつかわしいのかも知れない。と

そう考えた時、現在、高福祉社会を目指しバイオメカニズム学会が作っておられる『人間福祉のロボット』が将来、人類の生活に必要なエネルギー発掘に使われ貢献する『人類福祉のロボット』へ転換応用されるかも知れない。

仮りにそうした日が来るとするならば、これ迄一見ほど遠いかに思われた己が油空電技術も何かお役に立とうと『初夢が結び』書かせて頂く次第と相成ったのである。

もっとも、これが印刷配布は4月頃となるから、51年でなく、51年度の“夢の提言”としたい。

<工場省力化の今昔>

筆者は10年余、製造メーカーの工場で、省力化機械の設計に従事、青春を過した。60年代高度成長の時代、工場に求められていたものは生産性の向上であり、その一つの近道は微細なコンピュータ指令で大出力の工作機械をプログ

ラム通り動かすことにあるとNC機が登場し、更に機械間の省力化ということ  
で、省力ロボットの適用研究がスタートした。そしていつれ工場はコンピュ  
ータでトータル的に管理運営されるという無人工場未来論が飛び出し、工場省力  
化はNC機による「点」の省力からロボット搬送による「線」の省力、そして  
コンピュータによる工場全体の「面」の省力管理と、「点」「線」「面」の3  
段跳躍を成し遂げるかに見えた。

だが今日、巷にはそうした予想をよそに、失業寸前の工場帰休者が時間をも  
てあまし、いかに己が職・仕事にありつくかに不安顔、工場ロボット未来論、  
今一步のところまで空回りの呈、これ一体どうしたことか。

昭和1桁未生まれの私は幸か不幸か40才にして「石油危機」を迎え、お蔭  
で以前と以後では世の中がガラリと変った。「以前」の手法が「以後」には通  
用しない。本来なら「40にして惑わず」の筈が大いに「迷う」ハメとなって  
しまったのである。

#### <石油危機と電気・油圧結びつきの変遷>

そこでいろいろ考え、わが青春を回顧し乍ら、己がこれ迄扱ってきた仕事  
「電気と油圧の関係」を中心に、それが石油危機前中後で変るであらう姿を表  
1の如く区分、「私はこう考えますと油圧と電気Hydro-electric (=略し  
てHyric) System in JAPAN の構想を昨年10月アメリカの第31回油空  
圧コンファレンス(シカゴ)に私見として述べ評価を仰いできたのである。

すなわち日本の工場省力化の原動力であるNC工作機械その原点は電気油圧  
パルスモータであり、その思想は微弱トルクの電気パルスモータで大トルクの  
油圧モータを同期駆動する電気油圧パワー増巾、いかにも高度成長時代にふさ  
わしい両者の関係であった。

表 1 地球の回転と同期した電気・油圧結びつきの変遷

Hyric System in JAPAN の構想			
石 油 危 機	前	Hyric Control System	電気・油圧パワーシンクロナス駆動の時代 コンピュータ指令で動く小形の電気パイロットモータの回転に大出力の油圧モータ、油圧・シリンダーが従随同期する電気・油圧パワーサーボが主流 (例) 電気・油圧パルスモータ
	中	Hyric Drive System	電気・油圧協調駆動の時代 省エネルギー的観点から、特長を生かした両者分担駆動の研究始まる。 (例) 電気・油圧省電力エレベータ 省電力油圧ユニット
	後	Hyric Power Generating System	電気・油圧 (Hyric) 発電所 “油圧”の巨大な力を利用し自然界からエネルギーを発掘、直接又は間接に電気を得る両者の関係 (例) 波力発電、海底掘削

それが安定成長時代に入るや、そうした増巾一辺倒から、省エネルギー重視に移行、そのためにお互の特長を生かした分担駆動をする電気・油圧協調駆動の時代に入った。

更に将来は人類のエネルギー確保のため、油圧はその巨大な力をもって自然からエネルギーを探し求め、発掘する手段に使われましよう、と1例として「波力発電」に触れた。

要するに石油危機以前の高度成長時代に於ける「電気」「油圧」パワーシンクロナスのコマ回しの遊びは危機の教訓を境とし「自然」との同期という大人の領域に日本のエンジニアも考えを改めたと、一つの発想の転換経過を述べた。

#### <波力エネルギー利用について>

これに対するアメリカ側の反応として、最も興味を引いたのは第3番目、波力というHydraulic powerからElectric lampをとともすHyric 波力発電、もっと詳しく説明しろという。

そこで、原理確認についてはモデルが作られ、9月には東京・隋海の'75 油空圧展にシンボルゾーンとして展示されたと述べたらその結果どうだったかと詰め寄る。

油圧を使えばかなり高効率の波力エネルギー変換が達成されそうなこと、原理としては分ったが、波高2[m]、周期6[s]で1[m<sup>2</sup>]当り200~300[W]、では1000[kW]発電所建設を想定しても発電コスト10[円/kWh]まだまだ従来の火力、水力、原子力にかなわぬ、本州の電力会社に売れない、離島を考へても波のない時どうするか、ディーゼルとの併用ならディーゼルー辺倒に負けよう。それに本州に近い離島なら本州から電線ケーブルをというコンベティターもあり実用化への見透しも必ずしも明るくないと現状を説明した。これ要するに波という大自然の気まゝなエネルギー、それを民生の一定コンスタントエネルギーニーズと結ぶところにエネルギーインピーダンスがマッチン

グしない原因がある。波力エネルギー利用は「発電も含め海で作り、海で消費するところに良さがある。陸へ結びつけては駄目、オフショアドリリングなど好適」と言いかけたら、先方それを受け、ディギングアンドファインドペトロリウム、オーイツフアインと膝をたゝいて喜ぶ、すなわち波からエネルギーを得て海底掘削、波のない時は休み、ある時に掘り進む「気まゝな海洋開発」これアメリカが面白いぐらいだから、まだ世界に例がないらしいと気を良くし、アメリカから帰るなり2~3の人にその案を話したところ答はノン、理由は掘り進む際、土がくづれ込まないようにパイプを挿入してゆく必要がありとても放置しておいて掘れるものではないと。

#### <地中探査ロボット>

なる程、そこで考えた、出るか出ないか分らぬ石油の試掘りにあまり手間はかけたくない。要は探査ロボットでよい筈と、図1の案が浮かんだ。最初自分の胴体内に電線をため込んでおき、進むにつれて電線は置いてゆく、流線形の探査ロボットが通ったあとは電線1本分の面積変化を残すのみ、掘ったあとの土を送り出す必要なくこれなら極めて省エネルギーその代り自分は特攻隊

人間の特攻隊でない。機械の特攻ロボットである。こゝぞと分ったら、金をかけ本格的に掘るといふパイロットシステム（これ電気油圧パルスモータと同一の発想基盤）

波力で得た電力で先づそうした特攻ロボットが無数に海底探査を始める。横にも走れるから地下数千米の地層地図作成も容易

油田発見の効率化がうながされるばかりでなく、地質分析結果の送信は地震予知にも役立つ。人類福祉への貢献度大、そうした地下資源開発のロボットが眠れる数億年の昔を眼前に見せかけんとしたところで初夢がさめたのだが、今回の不況を契機に上を向いて歩くことから、下を向いて歩くことへの方向転換とひらめいた。

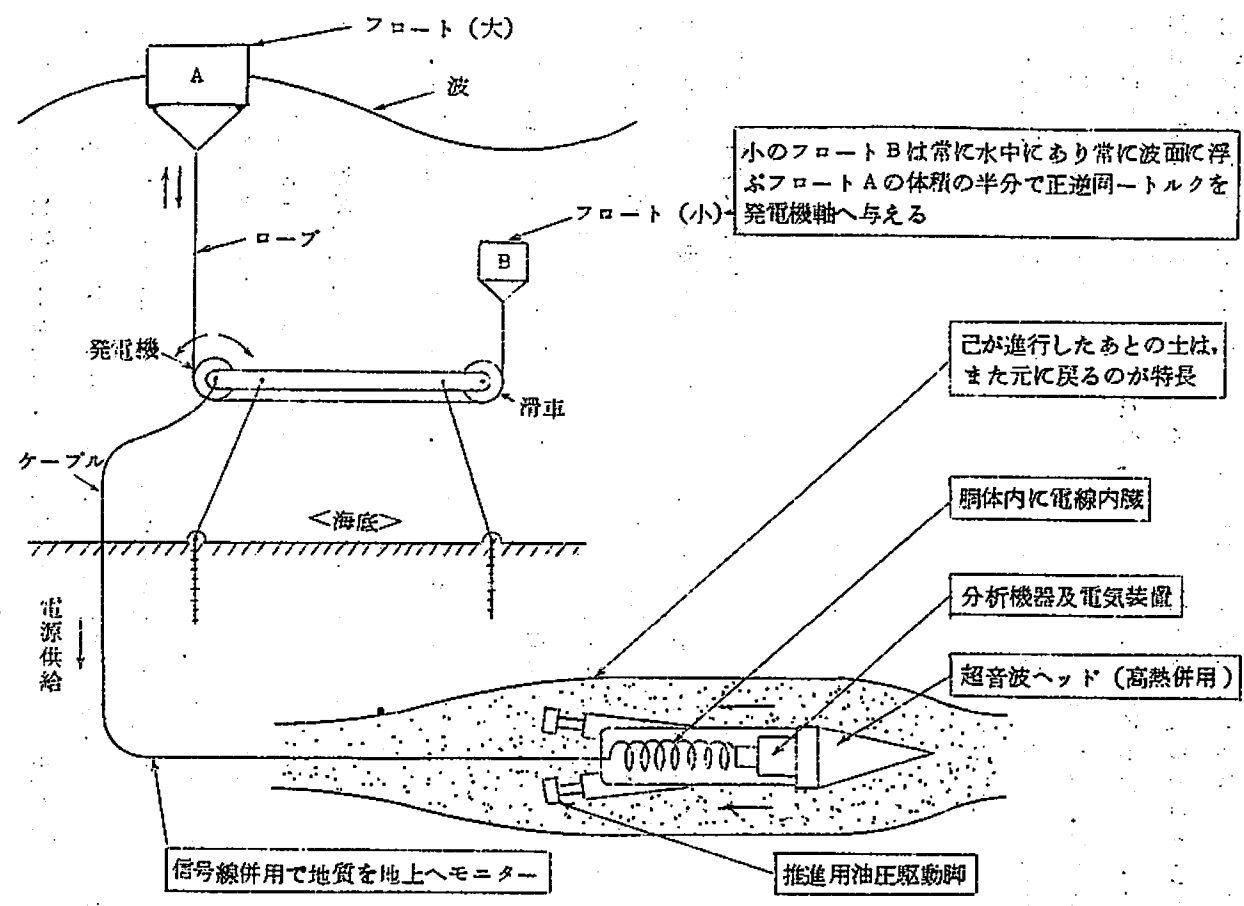


図1 波で発電したエネルギーで探査ロボットが地中に行く

## &lt;あとがき&gt;

ところでこのロボット，どのような形態が宜しいのか，先づは“もぐら”の研究からということで，今後バイオメカニズム学会の諸先生方にいろいろご指導頂きたい，そして基本形態が決まったら，それをパワー増巾し巨大出力ロボットにするのは，我々が従来から扱ってきた電気・油圧サーボ技術が役立とう。そして遠隔操作送信技術に対しては，従来からの海洋開発で裁われてきたものが直接役立つとそのように考えている昨今である。

## — 研究短信 —

## 生体のオシレーション

山崎 努 (帝京大学第1生理)

生体には色々な電気現象が見られるが，その中でも興味深いものの一つに神経系における情報伝達処理がある。アナログ的，デジタル的に回路構成されている中を様々な情報信号が伝わるが，その中でリズム的にオシレーションするものを見てみると，非常に周期の短いものからよく知られている様にバイオリズム的に非常に長いものまであげられる。

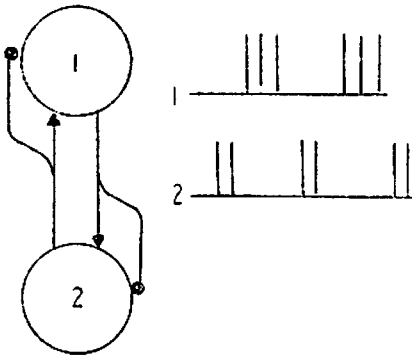
生理学においてはしばしばモデルを作成し，シミュレーションを行ない，これらの説明を試みている。

よく知られている，筋肉などのモータニューロンにおける神経インパルスもオシレーションするものの一つである。この様なオシレーションを1962年 Riss 等が電気回路によってモデル化をしている。このRiss等の考えをもとに1974年 D. PERKEL of B. MULLONEY 等が Post Inhibitory Rebound (PIR) の概念を取り入れた。これは周期一定のパルス列ではなく生体信号である神経イパルスの形に近づけたもので，周期的パルス列〔パースト状のパルス列〕の周波数が最初はおそく徐々に早くなり，あるピーク値に達するとしだいにおそくなることを言う。この現象は情報パルスが出る直前のニューロンの

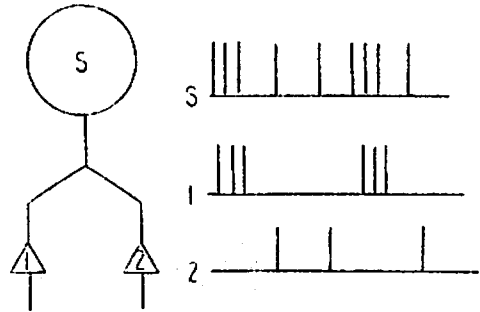


状態で、このPIRをおこすとしている。又1975年D. DAGAN等はより簡単なモデルを作って説明している。

A. 2個のニューロンに入るパルスにはそれぞれ促進と抑制の二つがありそれらに時間的に多少の違いがある場合、B. ニューロンそのものが周期的なFM変調がかかったパルスを出し、この信号があるバンドパスフィルターの中を通ることによって、周期的なバースト信号を取り出すことが出来るとしている。



- A -



- B -

この他に多くの人達がいろいろ行っているがここでは略する。

ここにバイオメカニズムとしてもっとも興味深い実験報告がある。1974年L. KUNZ of A. MILLER等がニワトリの呼吸空気中の炭酸ガスCO<sub>2</sub>を、肺の横隔膜の働きに対してある時間遅れ(delay)を持たせることにより、比較的周期の長いチェンストーク〔安定な呼吸が数回継続した後一時的無呼吸が交代して起きる呼吸状態〕を再現させることができることを示している。これは最初1956年GUTON等が犬において、脳かんの動脈流を長いチューブを用いて時間遅れを持たせることにより、このチェンストークを実験的に起させたことをもとにしている。

この様なスローオシレーションは呼吸においてばかりでなく血圧においても見られTraube-Hering, Mayer Wave, Roy wave, Vasomotor waveな

どとよばれ生体の各所で見られる。

生体はつねにある最適値になる様フィードバック コントロールしている。

彼らの主とする所は、このフィードバックループにおいて、生体にも時間的遅れを持たせればオシレーションが起る事にある。工学的な自動制御においても、フィードバックループに位相おくれが起きると振動現象を起すことはよく知られている。つまり生体においても長い周期的変動（オシレーション）が見られれば、そこにある素因子と考えられる情報信号に遅れが出たものと考えることが出来、周期を測定して計算することにより情報信号の伝達遅れを推定することが出来る。この手法を用いることにより臨床においても原因究明に役立たせることができる。

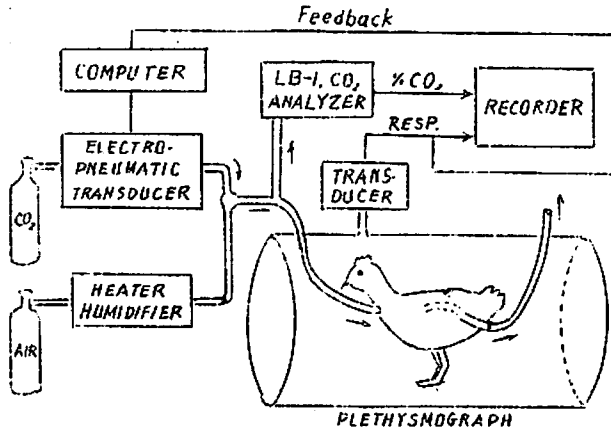


Fig. 1

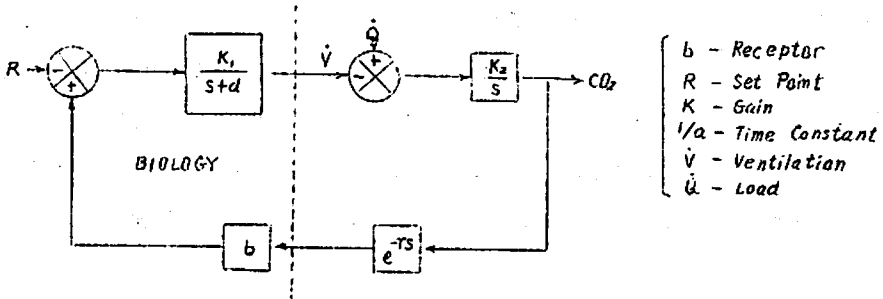


Fig. 2

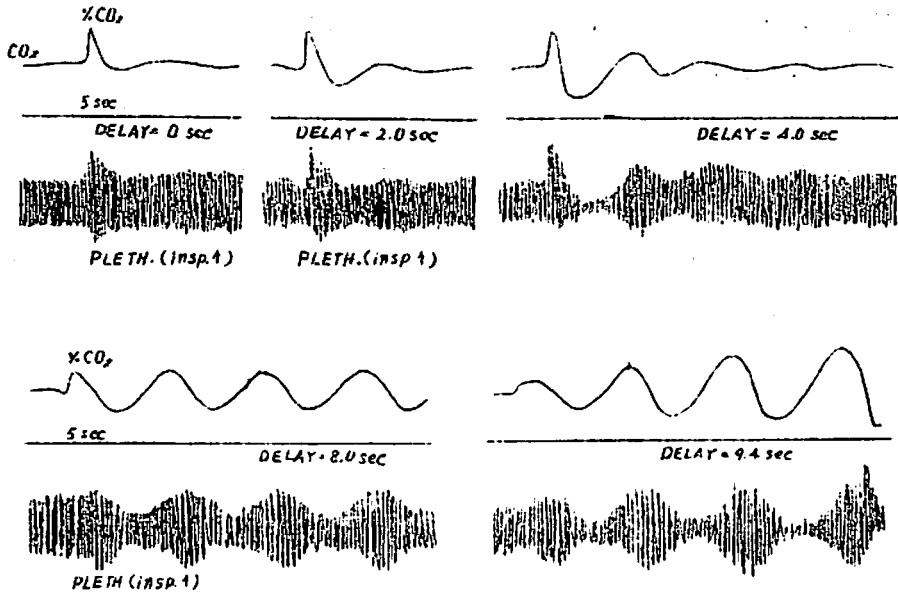


Fig. 3

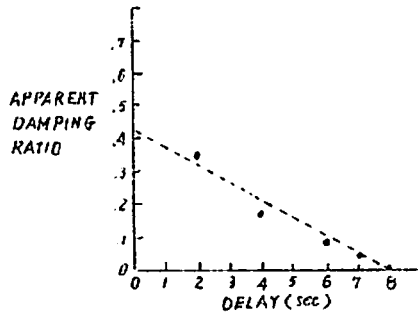


Fig. 4

L. KUNZ & A. MILLER の実験は、Fig 1 に示す様に、まずニワトリの空気の入口となる肺を切開しチューブでもって、つなぎ外部から空気を入れる、他方空気の出口も同様にチューブでもってつなぎ室内に放置する。このニワトリを人工肺の中に入れる人工肺でニワトリの横隔膜の働きをみるため、信号は人工

肺につながれたトランスデューサをかいして横隔膜の動きに対してコンピュータでもってdelayを作る。delayをもった信号はニワトリが吸収する空気中のCO<sub>2</sub>の弁をコントロールする、コントロールされた信号(CO<sub>2</sub>)はニワトリのRecepeterに入り、体内にあるSet Point Rと比較され、Ventilationとなって外部信号となる。CO<sub>2</sub>が多いとVentilationは早く大きくなるが、CO<sub>2</sub>が少ないとその反対におそく小さくなる。一種のフィードバックループを形作っている訳である。

Fig2は上記の実験図をブロックダイアグラムで画いたものを示す。このブロック図より伝達函数を求めると

$$CO_2(s) = \frac{K_2 (S+a) Q(s) + K_1 K_2 R(s)}{S^2 + aS + bK_1 K_2}$$

これより

Natural Frequency  $\omega_n = (K_1 K_2 b)^{\frac{1}{2}}$

Damping Ratio  $\xi = \frac{a}{2} \left( \frac{1}{bK_1 K_2} \right)^{\frac{1}{2}}$

を求めdelayをTとして $e^{-Ts}$ を代入すると

$$\frac{1}{S^2 + aS + bK_1 K_2 \left( 1 - TS + \frac{T^2 S^2}{2} \right)}$$

但し  $e^{-Ts} = 1 - TS + \frac{T^2 S^2}{2!} - \frac{T^3 S^3}{3!} \dots$

同様に

Natural Frequency  $\omega'_n = \frac{-\omega_n}{\left( 1 + (\omega_n T)^2 / 2 \right)^{\frac{1}{2}}}$

Damping Ratio  $S' = \frac{S - \omega_n T / 2}{\left( 1 + (\omega_n T)^2 / 2 \right)^{\frac{1}{2}}}$

となり、delay のない時、ある時の  $T$  と  $\omega_m$  の関係式が導かれる。これよりどちらか一方の値がわかれば計算で求めることができるわけで、実験測定結果は Fig 3 に示す様に delay をゼロからしだいにかけていくと、徐々に減衰い振動から定常振動へ、ついには異常振動にまでなる。このデータから Fig 4 図に示す様に、delay と Damping Ratio の関係が求まり、直線となる。黒点は実験より求めたもので、点線は計算値より求めたもので両者ほとんど一致している。

これと同様な結果がわれわれのネコの呼吸実験においてもおきており、この手法を用いてチェーンストークを解明して行きたいと思っている。

## 研究速報

### サイバネティックモーションの研究

小川 鉦一，森 政弘（東京工業大学）

#### 1. まえがき

生物特有の滑らかな運動を Cybernetic Motion となづけ、それに関する一連の研究を行なっている。滑らかと思われる人間の動作には、舞踊、女性が行なう障子の開閉、液体入り容器の移動、金魚すくいなど枚挙にいとまがないほどある。滑らかな運動を定量的にとらえるため、人が行なう物体の移動動作を例に、物体の一次元速度、加速度を測定する装置を試作した。ここでは、試作装置を用いて得た左右動、前後動、上下動の加速度と速度パターンにつき中間報告を行なう、

#### 2. 実験装置と実験

小形加速度計を物体あるいは手の甲に取りつけ、左右、前後、上下の各移動動作を試みた。正しく水平並進運動あるいは上下運動を行なうことは困難で、

斜いた分だけ加速度に誤差を与える。そこで本研究では、人が物を持って移動させるという自然な状態と若干異なるが、物を台車に乗せこれを動かす方法を採用した。

### 2.1 実験装置

図1は測定台車と加速度、速度を測るためのブロックダイヤグラムを示す。台車の車輪には8個のベアリングを用い、レール(アルミのアンクル材)をはさみこんである。したがってレールを垂直に立てても台車ははずれることなく、上下運動が可能である。台車の裏には、運動方向のみに感知する単方向加速度( $\pm 5g$ )を取りつけてある。加速度計は抵抗線歪ゲージ形であるから、動歪計と組み合わせて加速度を得る。フィルタは、台車走行時に混入する振動ノイズを除去する。速度は演算増幅器から成る積分器で加速度を積分して得る。バッファンプはインピーダンス変換器として用いてある。なを、装置は穴あきアンクル材の机状台に左右、前後、上下いずれの方向にも取り付け可能にしてある。

### 2.2 実験法

台車の移動開始、停止位置は、カラーテープ(幅2cm)で明示してある。

実験パラメータは下記のとおりである。

- (1) 移動物体の重量(台車重量0.6kg含む): 0.6, 1.6, 2.6, 3.6, 4.6 [kg]
- (2) 移動距離: 20, 30, 40 [cm]
- (3) 移動方向: 左右, 前後, 上下
- (4) 目標点ストップ(壁)の有無: 有, 無

移動動作は、(i)できるだけ早く完了する。

(ii) オーバーシュートは原則として許さない。

(iii) ストップ有りの場合、台車をこれに衝突させることなく、やわらかく接して停止させるなどを考慮して行ない、3~6回の往復繰返し動作をもって一実験とする。

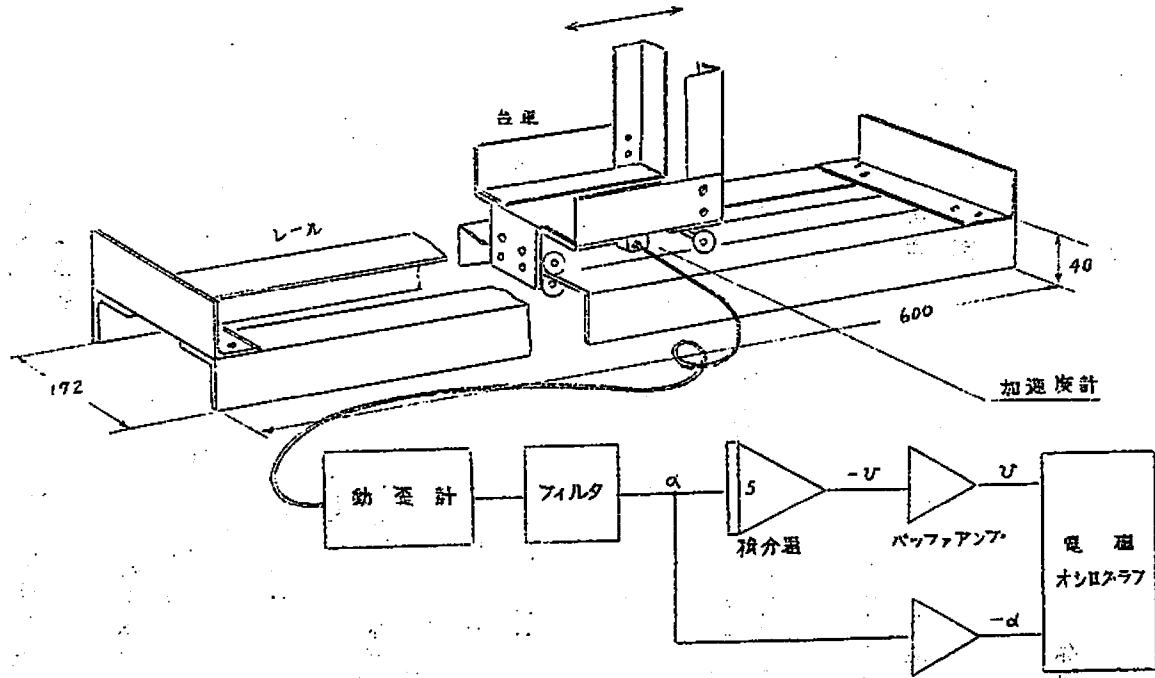


図-1 測定台車と計測装置

### 3. 測定結果

記録はできるかぎり紙幅いっぱいになるようゲイン調整を計り，トレーシングペーパーに直接トレースし，データ整理とデータの比較検討が容易に行なえるようにしてある。

図2は物体（2kg）を搭載した台車を左から右へ移動させた場合の加速度と速度の測定例を示す。また表1は，移動距離30cmとした場合の測定値の範囲を示す。

表1 距離30cmの測定範囲

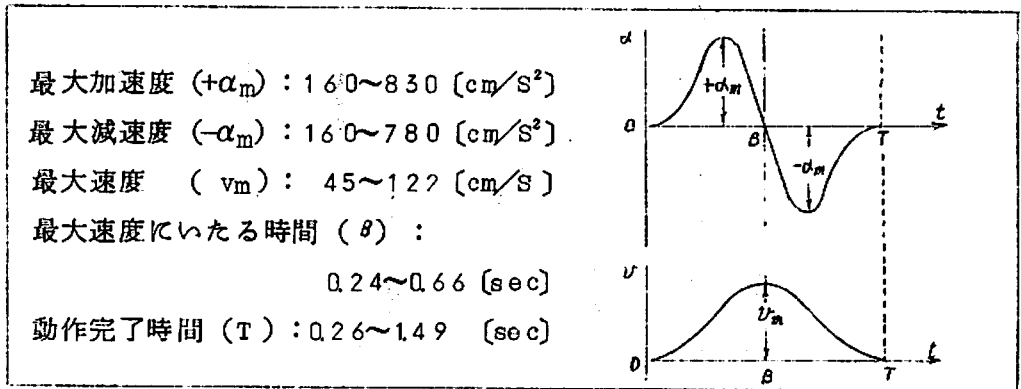


図3はこれまで行なった45種約200回の実験結果をもとに，典型的な加速度と速度パターンをまとめたものを示す。

### 4. まとめ

一次元的に動かすことのできる台車を試作し，これに加速度計をとりつけ加速度と速度の測定可能なシステムを製作した。本装置の台車を手動で3方向（左右，前後，上下）に動かし，その時の加速度と速度パターンを測定した。その結果，物を移動させる場合，人が物体に加える力と速度パターンが明らかになった。得られた結果をまとめて示そう。

(1) 左右，前後，上下の移動方向，ストップの有無および移動重量に無関係に，移動行程中間までは，力の加え方すなわち加速度，速度曲線は同形パターンを示し，行程後半の動作にそれぞれ特徴あるパターンが見られる。これは始



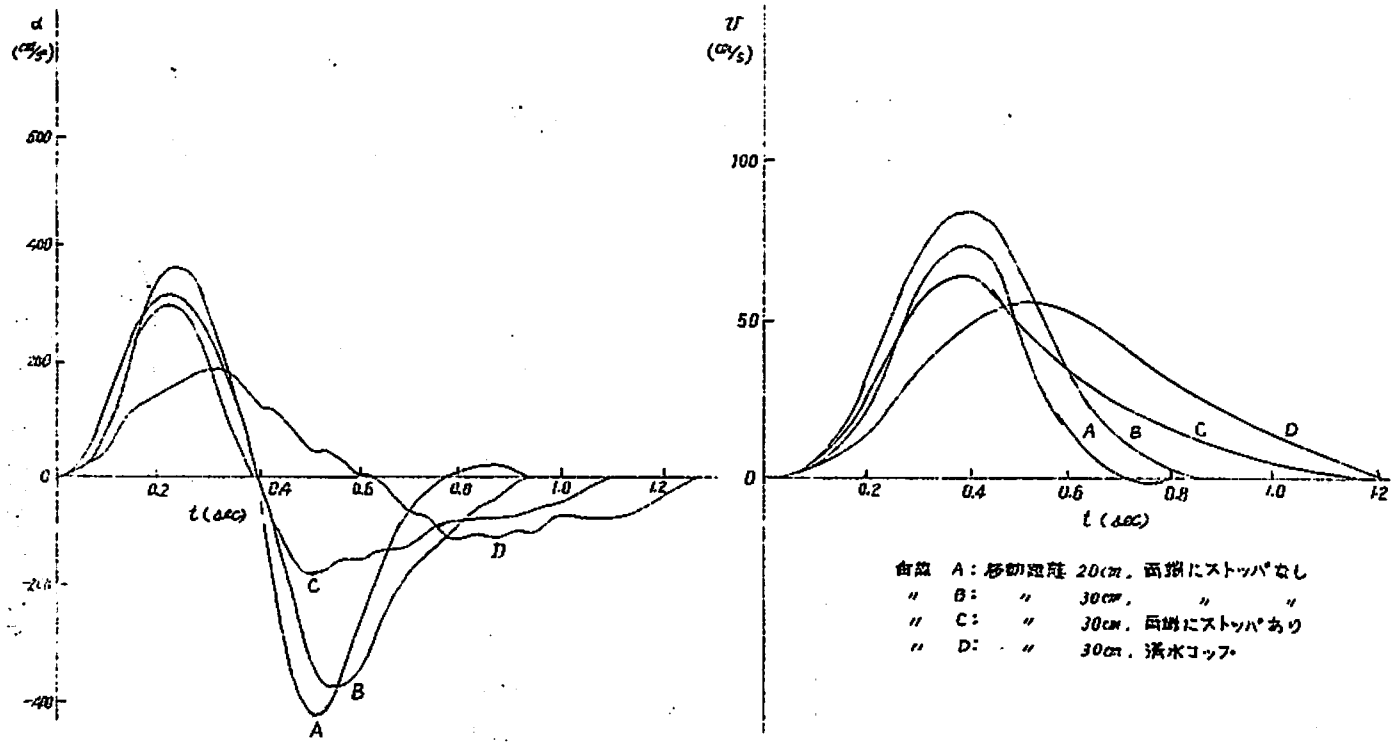


図2 測定例 (左から右への台車移動時の加速度と速度, 重量 2.5kg)

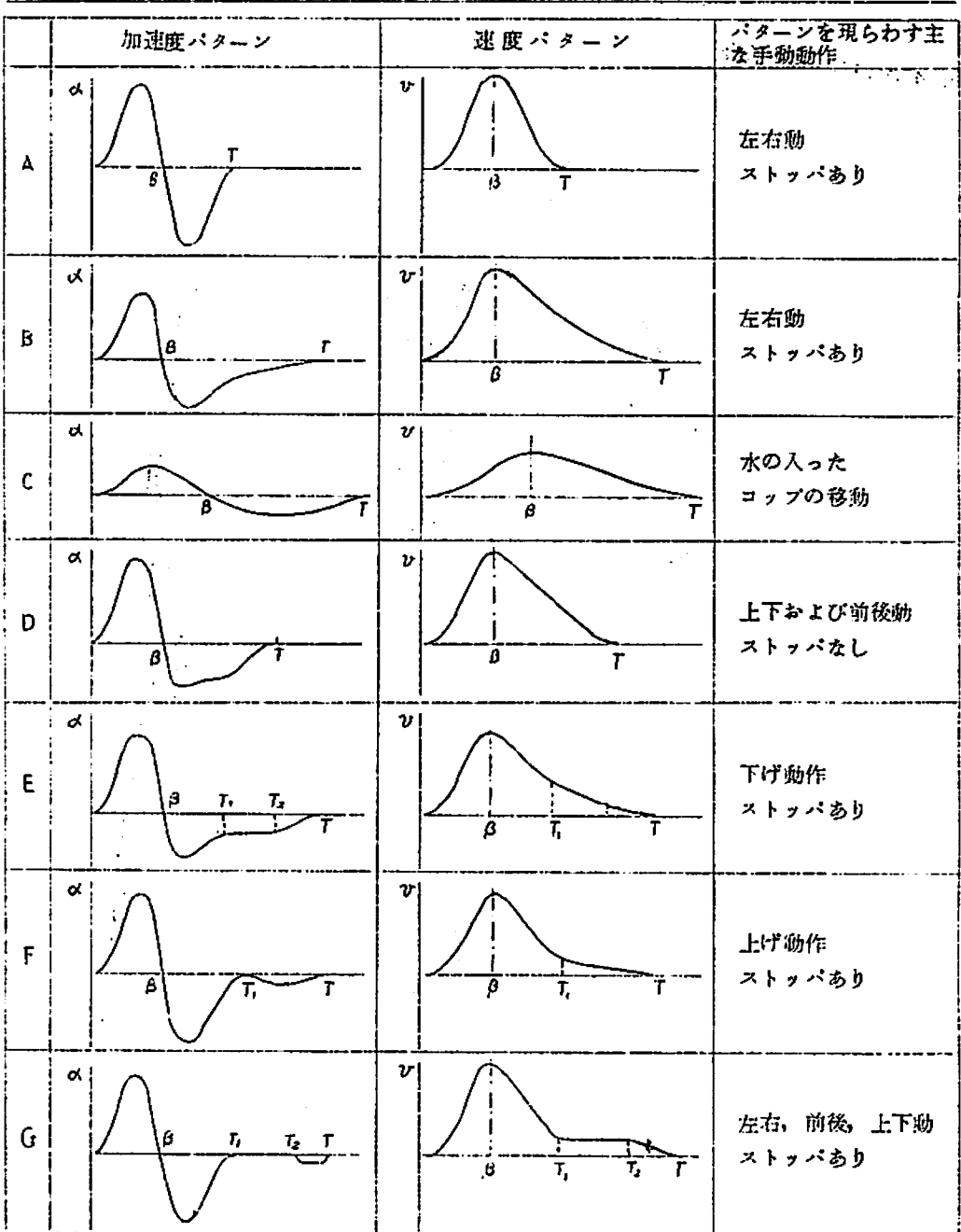


図3 加速と速度パターン

動時では終着目標位置までの距離に余裕があるため、比較的大きな力を加えかつ制御動作を必要としないからであろう。

(2) 終着目標地点にストップがなく、停止位置も厳密に合わせる必要のない場合、最大速度にいたる時間  $t$  を境に加速度、速度共にほぼ対称形をなす (図 3. A)。これは、行程後半の停止動作の制御が楽で、位置決めセンサとして触覚にあまり頼らず、主に眼を位置決めセンサとしているためと考えられる。

(3) 終着目標位置にストップを設け、これにやわらかく接して停止させる場合は、行程後半で一度大きくブレーキをかけ (図 3, E, F, G)、速度を十分落とす。つづいて、この低速度をもって目標に近づくかあるいはさらに速度を下げながら目標に接近する。これは、速度を十分落とす区間まで眼を主要センサとし、それ以後ストップに接するまでは、手の触覚が主センサとして働いているものと思われる。このことは、本実験中いつ台車がストップに接触するかと手の触覚に対する感度が高まっている様子が感じられたことから推定される。

(4) 移動重量が増加する程測定データの再現性がよい。これは、筋肉の長さ力関係の非線形性、すなわちある程度延びてから力を発生するという筋肉の特性によるものと思われる。

(5) 目標位置にストップがないと測定データの再現性がよい。これはストップがないとオーバーシュートが許され、緊張せず気楽に動作が行なえる。その反面ストップがあると、これに衝突させないようにと大いに気をくばり緊張するので、再現性が悪くなるものと思われる。

以上物を移動させる場合を例に、速度、加速度の測定ならびに検討を行なった。特に物を動かす場合、その終着目標地点の位置決め段階に特徴あるパターンを示すことが明らかとなった。これらのパターンの解釈は、生理学的、心理学的あるいは解剖学的にも行なえると思う。専門の方からの教示をお願いしたい。

## 1 月例会の記録

日 時：1月23日 14:00~17:00

日 時：1月23日 14:00~17:00

場 所：早大理工51号館2階会議室

参加者数：16名

司 会：飯田卯之吉

### 話 題 1 歩行の極座標表示

塚 原 進 (福島医大)

歩行は1種のくりかえしの現象であるが、1歩の週期は一定していない。また歩速によっても変わる。このために on line で歩行データを処理するのは簡単ではない。ここで発表したのはその試みの一つであるが、歩行が随意運動であることから、外部からの規則正しく信号に対しかなりよく同期する、つまり号令に合わせて歩調とりができるので、この方法によってかなり一定した週期の歩行をつくることができた。しかし完全とはいえないのでさらにサーボ機構により記録速度の方をわずかの進みまたは遅れをつくってやれば、記録されたものの波形は重ね合せのできるものとなると思われる。サーボ機構を用いた実験はやっていない。

この考え方で、1歩の週期でブラウン管の螢光面上に円を書かせこの円周上に歩行の情報を乗せてみた。このようにすると、時間成分が規準化されるので、位相関係が角度で表わされることになる。歩速とは無関係になるので、見やすいものになる。歩行機械の設計には参考になるものと考えている。

円周上に乗せる情報としては発表した例では足の着床信号を筋電図である。着床信号は足 面4ヶ所にコンタクトスイッチをつけ (ビニールスポンジに孔

をあげ、両面に脳波用の皿電極を接着したもの、圧力により皿の凸面同志が接触する) 接触によって夫々にちがった電圧が出るようにしてある。この電圧は加算されるので、スイッチが増すごとに電圧が増す。

一方直流(プリント)モーターを減速してサインコサインポテンシオメーターを回転させる。回転速度は2秒1回転から1秒3回転に回転制御回路を設定する。この軸にはロータリーエンコーダの回転軸もつけ同時に回転させる。これは日本光学製で、1000パルス/1回転、2系統1回転1パルスの3種のパルスを発生する。1回転1パルスの信号で低周波のバースト波を発生させスピーカーで音に出す。歩行のための音頭取り信号とする。被検者はこの音でスタートするようにする。前述のサーボ方式はこの信号と足のスイッチの信号を比較してプリントモーターの回転速度を制御しようとするものである。

ロータリーエンコーダの1000パルス1回信号はメモリ装置のクロックパルスとして利用する。

サインコサインポテンシオメーターの2つの信号はバッパーアンプを通してオツシロのX、Y軸に入れる。ポテンションの回転によりオツシロには円が書けるがこの円の大きさはアンプのオフセット電圧で適當の大きにする。

バッパーアンプの別の入力からは両方に共通に着床信号電圧、筋電図を入力する。足のスイッチの位置により4種の大さの同心円を書く、4つのスイッチと同心円の大きさが対応し、全部スイッチが入った状態で最大、はなれたとき最少とする。中間の段階で夫々の大さの円をつくる。

筋電図はこのようなつなぎ方では放射線状にあらわれる。筋電図の大さを認め得る程度に小さくしておけばこの円周上に線の幅が太くなった形で見ることがのできる。筋収縮と足との位置、位相関係がよくわかる。

歩走が速くなると筋電図のユニット相当のスパイクがまばらになるのが目立ち、大きさを修正した方が見やすい。

実際の記録は8mm映画で示した。オッシロスコープはメモリー形のものを用い1歩分を1回転の円に記録させるにはX, Yの2台の1000パルスで記録が終了するような記憶装置(トランジエントメモリー)を使用する。

前記音頭とり用のパルスでメモリースタートストップを行わせると1歩分を記憶しオッシロの円は1回だけで、次の分は重ならない、メモリーリセット信号でオッシロの像も消せば別の1歩分を新しく書くことができる。メモリー装置のクロックを遅くして再生すれば、ペン書きのX Yレコーダーに記録することも可能である。

このような実験を試みた理由の一つに、歩行の1歩分を極座表で表現する方法がよく行われているが、1つ1つ角度に変換した数値を手書きで円にするという手のこんだ方法によっているのでこれをon line real timeで記録してみたわけである。

タイムチャートでないためにデータが整理された形で直観的にわかるというメリットがある。しかし今後実際の患者のデータを取ってみて実用性を検討する必要がある。

なを研究者の一人が普通の記録から同じ目的を達するコンピューター用のソフトウェアを最近つくることができた。こちらからの研究も期待できるものと思う。

## 話 題 2. 歩行の総合分析システム

江 原 義 弘 (神奈川リハ)

われわれの当面の目標は現用の義足の特性を決めるたくさんのパラメータ(例えば;義足の重さ及び慣性モーメント, 関節軸のアラインメント, 弾性体の

位置・強さ、膝部のマサツ等)の最適値を患者毎に求めることである。そして次にその経験に基づき、ソケット・フィッティングの問題、義足に感覚を付加すること、義足の動力化等にアプローチしていきたいと考えている。

現在のところ義足の最適値を求める場合、試行錯誤により決定せざるを得ない実情であり、したがって「調整をしながら計測をし、計測をしながら調整をする」事が可能なりリアルタイム処理の計測システムの出現が待たれていた。しかも各々のパラメータは個々独立でなく、互いに相互関係をもって複雑にからみあっていると思われるので、歩容・床反力・EMG等を同時に総合的にとらえる計測システムが必要であった。

そのためシステム設計にあたり次の点を考慮した。

- (1)結果が計測後直ちに得られること。このため歩容計測の際に時間的にネックとなっていたFilmによる計測を止めXYトラックと呼ばれる特殊TVを採用した。
- (2)計測時間が短時間であること。このため計測はできるかぎり自動化した。
- (3)歩容データ・床反力データ・EMGが同期して収集できること。このため歩容・床反力は直接コンピュータの磁気テープに転送し、EMG(12CH)は一時アナログ・データ・レコーダに記録することにした。レコーダには同期のためのパルスも記録される。

被験者は腰関節・膝関節・足関節・つま先の各部に目印となる豆ランプ(両側)をつけ、足の接地の様子を判定するためのスイッチ(片足4CH計8CH)をとりつけた運動靴をはく。スイッチの位置は踵骨下部・第1中足骨下部・第5中足骨下部及び母指下部に相当している。信号のやりとりのために天井ケーブルが被験者に接続される。また必要に応じて12CHのEMGテレメータの電極を装着する。

歩行路の両側に設置された特殊なステレオ・テレビ・カメラにより歩容(下肢関節位置X・Y・Zの時間変化)が自動的に計測される。歩行路にはフォー

ス・プレートがうめ込まれており床反力が計測できる。またガラス歩行路と下面TVカメラにより足裏の接地の様子が観察できる。コンピュータにより演算された結果は計測後一種類3～10分程でグラフ用紙に作図される。この際、力のデータは体重で、長さのデータは腰の高さで、時間のデータは1周期で各々正規化して出力する。

技術面での特色としては、リアル・タイム処理が可能なステレオ・テレビ・カメラによる三次元歩容計測装置（左右両側同時計測）の開発及びフォース・プレートにより足圧分布中心の軌跡のみならず、重心の軌跡（ $x, y$ ）を計測するシステムを開発したことである。

われわれのシステムで得られるデータを以下に記す。

- (1) 床反力データ ( $f_x, f_y, f_z$ )
- (2) 足圧分布中心, 重心の時間変化 ( $x, y$ )
- (3) 足圧分布中心, 重心の軌跡
- (4) 足圧分布中心, 重心の速度・加速度
- (5) スティック・ピクチャ
- (6) 下肢関節変位の時間変化 ( $x, y, z$ )
- (7) 腰を原点にしたときの各部の軌跡
- (8) 腰関節屈伸角変化
- (9) 膝関節屈伸角変化
- (10) 足関節底背屈変化
- (11) 腰関節外転角変化



## 第61回例会を司会して

飯田 卯之吉 (国立補装具研)

今月の例会は歩行計測特集ということで、福島県立医大の塚原先生から歩行の極坐標表示と、液晶についての2つのお話、神奈川リハセンターの江原義弘氏から歩行の総合分析システムについてのお話の提供を受けた。

歩行解析には force plate のデータと、肢体各部位の坐標値のデータを取り、これを処理する必要がある、man-powerを必要とする。これを省力化し時間を短縮することが総合システムのねらいで、漸く神奈川で完成の域に達したのを御紹介戴いた。まだ検討の余地があるように拝聴したが、今後の御努力を祈る次第である。

塚原先生は冒頭に“私の話を聞かれた方は私をマジッシャンだと云う”というまえおきのあとで、簡単な方法で歩行データを極坐標表示する装置について話していたといた。

続いての液晶のお話は全く面白いと云っては失礼な表現ではあるが、話をうかどってるうちに、コレステリック液晶が義肢装具の感覚装置につかえるであろうということが良く分って来た。と同時に、塚原先生のマジッシャンの発想が、どうして生れて来るのだろうかということが、今日まで頭から離れない。

国際会議

Orthopädie International Technik 76

11~15 Mai 1976

Messe-Kongress-Center und

Messegelände Halle 2

Hauptthema

1. Prothesen untere Extremität
2. Ausbildung und Allgemeines zum  
Beruf-Orthopädie Techniker
3. Orthesen für die obere und untere  
Extremität
4. Orthesen für den Rumpf
5. Freie Vorträge

## 第4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3-動作の原点の探究”

が東大出版会より刊行されました。この論文集には第4回シンポジウムのA論文と討論，展望などを収載してあります。貴重な参考文献としてお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。周辺のかたがたにもぜひおすすめ下さい。

バイオメカニズム1      定価 4,800円      特価 4,500円

バイオメカニズム2      "    6,000円      "    5,500円

バイオメカニズム3      "    7,500円      "    6,500円

なお第4回シンポジウムの前刷集にはB論文が収載されておりますので

第4回シンポジウム前刷集 } 特価 8,500円  
バイオメカニズム3

でおわけします。ただし前刷集のみの販売は致しません。

以上いずれも送料当会負担です。

|| 申込先 || 〒160 東京都新宿区西大久保4-170  
早大理工学部58-214号室内  
バイオメカニズム学会

..... 切り取り線 .....

### 注 文 書

	特 価	注 文 冊 数	代 金
バイオメカニズム1	4,500円		
バイオメカニズム2	5,500円		
バイオメカニズム3	6,500円		
バイオメカニズム3および 第4回シンポジウム前刷集	8,500円		
合 計			
注文者住所氏名印			

今月の入会者

番号	氏名	勤務先	連絡先	住所	卒業校年次
581	六車 義 万	シンボ工業物 開発本部開発 課	〒601 京都市南区久世殿城 町338 TEL075-921-7151	〒569 高槻市牧田町1319 雷田団地36-505号 TEL0726-94-9112	北大 44年卒
582	多々良 陽 一	静岡大・工 精密工学	〒432 浜松市城北3-5-1	〒438 磐田市見付4300	東大 43卒
583	岡本 勝 年	日製産業株 精機開発室	〒105 港区芝西久保桜川町 2 TEL501-5311	〒192 八王子市長沼町 593-70 TEL0426-45-1390	早大 51年卒
584	池田 研 二	東大 医 医用 電子研究施設	〒113 文京区本郷7-3-1 TEL812-2111 内7976	〒171 豊島区南長崎 4-22-14 TEL951-2382	東大工 43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：4月21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

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(技研)

参加費：会 員 300円

学 生 無 料

非会員 1,000円

次回は5月26日(水)の予定です。