

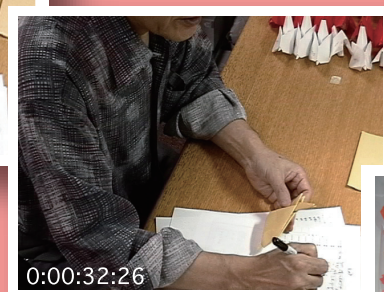
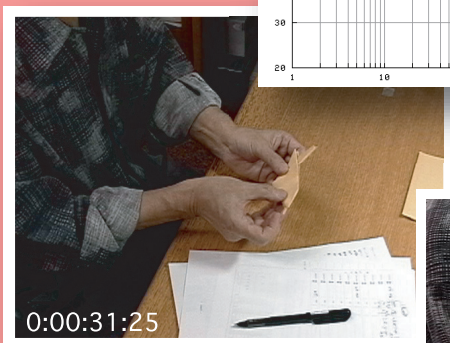
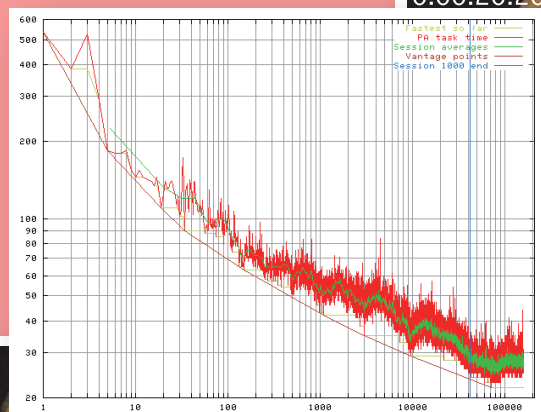
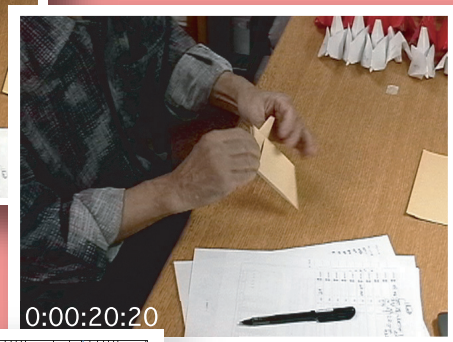
Institute for Advanced Studies in Artificial Intelligence

2006.3

# IASAI News

中京大学 人工知能高等研究所  
ニュース No.17

発行人： 中京大学人工知能高等研究所  
運営委員会（発行年2回）  
〒470-0393 豊田市貝津町床立101  
Tel 0565-46-1211 Fax 0565-46-1296  
<http://www.cglab.sccs.chukyo-u.ac.jp/IASAI/index.html>



## 〈表紙解説〉

練習すると仕事が速くなる、という常識的事実を数量的に記述した法則として「練習の中乗法則」(Power Law of Practice) というものが知られています。同じことを繰り返し練習すると、回数 $n$ が大きくなるにつれて、 $n$ 回目に掛かる時間  $T[n]$  は短くなっていきます。その $n$ を $x$ 軸、 $T[n]$ を $y$ 軸に取って両対数方眼紙にプロットしてみると右下がりの直線ができる、というのが「練習の中乗法則」です。

ほんまかいな、と思って自分でやってみました。中京大に転動してくる前、別の大学の大学院向き講義のアトラクションとしてやったのが始まりです。折り紙を折って、毎回の所要時間を測ります。一応ビデオ映像も撮りますが、それは何かあったときの確認用として保存し、1枚折り終わったその瞬間に、ビデオカメラが表示していた秒単位の時刻をすばやく読んで作業シートに記録します。折るのは「みそさざい」という鳥、創作折り紙作家、故・吉澤章先生のお作\*です。原作は、簡素ながら大変きれいな姿をしています。上記の「折るのは」というところは、正確には「生意気にも折ろうとするのは」というのが実態です。

秒単位という、きわめて荒っぽい計測方法でも、びっくりするような結果が出ます。「スランプ」とか「狐つきの絶好調」とかいった言葉を連想されるような現象が次々に起こります。意外性に魅せられて約10年続けました。正確にいうと、途中大学の仕事が忙しくなって半年休んだ期間があったために、今は「あとちょっとで10年」という状況です。さらに最低3年ぐらいは続けたいと思っています。

この「みそさざい実験」は、自分でやっただけでなく、ほかにも公式的実験として長期間参加してくださった方が4名おられ、うち2人はいまでも実験を続けておられます。そのほか、非公式に実験をしてみられた方が10名おられます。これをずっとやっていけば、練習というものの本性が、いまわかっているよりずっと明確になるのでは、という気がします。

ここでは、私自身のデータ、映像のみお目に掛けます。(1)「練習の中乗法則」によれば直線になるはずのグラフが、実は規則的なぎざぎざ模様を描き出すこと、(2)折った折り紙は1羽も捨てないで全部保存していること、(3)158,000回に及ぶ繰り返しの結果、手の形がいかにも手慣れて自然であること、などをご覧いただきたいと思います。なお(1)のグラフに引いてある縦の青い線は、半年休んだ時点を示しています。

(情報科学部認知科学科 木村 泉)

\* 吉澤章、「NHK婦人百科 創作折り紙」、日本放送出版協会、昭59、p.87。

■ 巻頭言	「定期的退屈の勧め」	1
■ 研究動向紹介	生命システム工学部特集	
	「実用化を目指した法面工事作業4足歩行ロボットTITAN XIの開発」	2
	「スポーツ選手のパフォーマンス向上を目的とした解析手法の研究」	6
	「身体トレーニングにおける運動後のアイシングの影響について」	9
	「イオン電流モデルによる網膜細胞機能の解析」	13
	「シリコンマイクロプローブアレイによる網膜光応答計測」	16
■ 会議報告・特集	公開講座ソフトサイエンスシリーズを振り返って	20
■ 会議報告	平成17年度 第1回 株式会社デンソーとの研究交流会報告	31
	第106・107回情報科学部コロキウム	32
	第108回情報科学部コロキウム	33
	第3回・4回生命システム工学部コロキウム	34
■ 研究所員一覧		35
■ 編集後記		

## 定期的退屈の勧め

中京大学情報科学部認知科学科  
木村 泉



物事は、ゆっくりやった方がよい味が出る。だがあまりゆっくりやりすぎると、同業者間の競争から脱落する恐れがある。学問研究では、このことがことさら深刻な意味を持つ。何年何十年という年月を経て積み上げた成果が、恐らく荒削りではあるが、外見的にはほぼ同様な成果をどこかの誰かが先に発表してしまったために、どぶに捨てられてしまうかもしれない。味か、勝利か。それが問題だ。

どぶに捨て去られては大変だ、だから手にした成果は即座に発表するのがよい、ぐずぐずしていたら負けてしまう、それが研究というものだ、と教えてくださった先輩もあった。若いときだったから、そう聞いてつい心配になった。白状する。

確かに、得た成果をいつまでも発表せずにしまっておく、というのは考え物だ。ほかの人に先を越されるのも怖い、それよりずっと怖いのは研究者・開発者自身が最初に持っていた勢いを、時の経過のうちに、いつともなしに失っていくという可能性だ。

だが無闇に「発表せい、発表せい」とプレッシャーを掛ける、というやり方には、非常にまずいところがある。「味が出ていない」発表ばかりごろごろ出てきて、学問をやっているコミュニティー全体の士気を下げる。「面白いねえ、いいねえ」といいたい研究が払底し、学問をやっている人々自身が学問に信頼を置かなくなっていく。「ふん、また研究かい。件数さえありゃいいんだろう。ま、やってよ」というような空気が蔓延する。

つける薬はないものか。個人的経験を振り返ってみると、唯一の特効薬はふだん外界から受け続けている刺激（たとえば「発表せい」というような）を、定期的に自分の意志で遮断することではないか、と思う。わざと自分を退屈させるのだ。たとえば日曜日をあてる。そうなったとき、七回目とか十二回目とかの退屈日に、ひょいっと「やあ、ずいぶん面白いじゃないか」といった発見をするかもしれない。真に新しいものは、退屈から生まれるものようだ。

「そんなこと、とうに知ってるよ。でもね」とおっしゃいますか。確かに毎週ではむずかしいかもしれませんが、そこらは柔軟に対応しなければならないでしょうが、とにかくやってみよう、と思いつくのが、この際一番大切なところではないかと思えます。「七回か十二回に一度では効率が悪すぎる」とおっしゃいますか。そう思っていることには、それなりの敬意を表しますが、でも七回か十二回に一度というのが本当なら、ずいぶん結構な「当選率」だと思いになりませんか。

「そんなこと、できないよ、日曜は家庭サービスの日なんだから」とおっしゃいますか。ええ、だったらほかの曜日でもいいのです。でも実はご家族のほうでも、いつもいつもべったり、というのはかえってご迷惑かもしれませんよ。時にはお子様にも、少しばかり退屈体験をしていただく、というのはいかかがでしょう。それがお子様の、目を眩るような成長のきっかけになる可能性もあるのでは。

【付記】大学院で習った最大のことは、まさにこのこと、だったと思います。はじめは「何だかさっぱりわからん」と思っていたアメリカの大学のさるレポートを、退屈していたゆえに精読し、そこにもすごい宝が隠れていたことを知りました。その話は私の（拙い）学位論文につながりました。残念ながらコンピュータ業界全体の収益につながる、とまでは行きませんでした。一人の若い大学院生にとって、ずいぶん元気が出る出来事でした。背後には指導の先生（故人）の、「こここのところ、とても面白いんだよ」といった、ふんわりした誘導がありました。さらに、一応の成果を手にしたあと「よその国の人が同じことを見つけて先に発表してしまったらどうしよう」などと心配していた私に、「いや、完全に同じということはめったにないものだよ。大抵はどこか違っているものだよ」となだめてくださったのも、その先生でした。そして、それはそのとおりでした。

## ● 研究動向紹介

### 実用化を目指した 法面工事作業4足歩行ロボット TITAN XIの開発

中京大学 生命システム工学部  
土居 隆宏



#### 1. はじめに

山間地の多い日本では、線路や道路を通すため山の側面を削って斜面（法面）を形成する作業が多数行われている。これら法面においてははがけ崩れを防止するために格子状の鉄筋コンクリートフレームを設置して法面を安定させる方法や、法面に穴を開け、ロックボルト、アンカーボルトを打ち込んで法面を補強する工事が行われる。ここで必要になる削孔工事は、従来ほとんどの工程が足場や命綱を利用して人力によって行われてきたが、図1のような大規模な法面工事においては危険で非効率的である。また、クローラや車輪を用いた移動機構を持つ削孔機構も実際に使われているが、この方法は対象となる山肌に凹凸、段差、コンクリートフレームがある場合、車輪やクローラの不整地走破性能の限界、全方向移動ができない、またフレームを乗り越える際のフレーム表面の破損といった理由から適用しにくい。筆者らはこのような凹凸型不整地において脚形態が発揮できる特性に注目し、既存の建設工法を改良するため実用化を目指した歩行型法面作業ロボットTITAN XIを開発することとした（図2）[1]。

歩行ロボットの研究は、現在人間型のヒューマノイドをはじめ、さまざまな形態のものに対して盛んに行われている。中でも屋外で活躍する歩行ロボットとしては、[2][3][4][5][6]などがあり、その制御技術の進歩はめざましい。しかしその実用的なアプリケーションは未だほとんど無いというのが現状であり、本研究では真に実用的な歩行ロボットを実現するために必要な技術について総合的考察を行う。

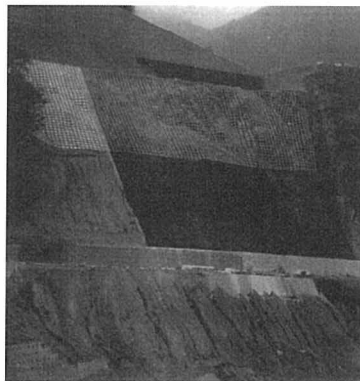


図1 大規模な法面

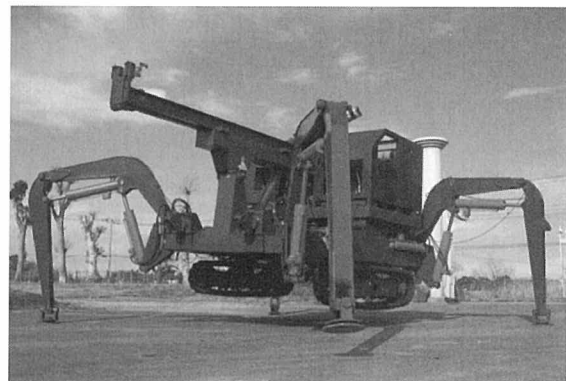


図2 TITAN XI

#### 2. 基本コンセプト

法面で安定に移動できる機構として、筆者らは、2本のテザーで支持された4足歩行ロボット形態が適していることを提案してきた。その理由は、以下の通りである。

- (1) 脚を用いることにより離散的な接地点で自重支持できるため、コンクリートフレームを損傷することなく法面上で全方向移動ができる。
- (2) 実用的なロボットにおいては、パワーOFFの状態でも安定性を失わない静歩行を行うものが望ましい。4脚構成は静歩行可能な最も簡潔な機構構成であり軽量化しやすい。

(3) 脚を開いた静止姿勢を取ることで安定した多自由度プラットフォームとなり高度の作業性を得られる。削孔というアプリケーションを考えた場合、削孔機の位置姿勢の微調整が可能となる。

(4) 命綱となるテザーを2本利用しその張力をウインチを用いて制御することにより、重力の斜面並行成分だけを打ち消し、斜面上に居ながら平地を歩くのと同様の動作が可能になる。

法面作業ロボットのコンセプトを図3に示す。ロボットはエンジンリフトを搭載し、斜面上でもエンジン部をほぼ水平に保ち、焼き付きを防ぐことができる。各脚は3自由度を有し、歩行時にはフレームを跨ぎ、凹凸に適應することができ、また、削孔時には脚を協調的に制御することにより胴体の位置姿勢を微調整することが可能である。

実際の運用にあたっては、作業員3人程度での作業を想定する。ロボットは車載での運搬のためトラックに搭載可能なサイズとする。現場到着後のトラックから法面までの平坦地の移動には胴体下部のクローラを利用する。このクローラは、脚が故障したときなどの緊急時にも使用する。アンカーボルト打ち込みのために削孔が必要な箇所はフレームの交点であるため、ロボットはフレームの筋に沿って歩行移動し、適宜立ち止まり削孔作業を行う。ロボットの操縦はラジコンで遠隔操作する方式とし、移動と削孔の2つのモードを用意する。移動モードでは移動方向と速度はジョイスティックで指令し、ロボットは操縦者の指令に追従しながら事前に計測した地形のデータを利用して地形に適應した動作を自律的に生成する。ロボットの位置姿勢は後述するシステムにより時々刻々外部固定点より計測される。また、削孔モードでは、削孔位置姿勢をジョイスティックで指令することでロボットは4脚の姿勢を自律的に制御して胴体姿勢を追従させる。

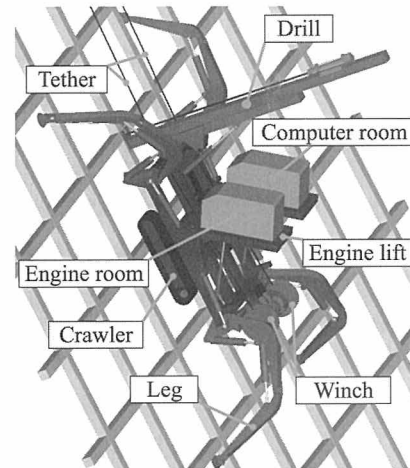


図3 TITAN XIのコンセプト

### 3. 製作したTITAN XIのシステム構成

製作したTITAN XIは、胴体の寸法が2.0[m]x3.2[m]、脚のリンク長はもも部が1.9[m]、すね部が1.8[m]であり、総重量は7000[kgf]である。

制御システムは、イーサネットで接続された3つのオンボードコンピュータ(A)、(B)、(C)と、シーケンサーからなる。オンボードコンピュータの役割は、(A)本体の左半身と削孔機およびエンジンリフトの制御、(B)本体の右半身と2つのウインチの制御、(C)全体統括制御および操縦信号受信、となっている。また、シーケンサーではマニュアル操作時の制御信号生成と、エンジンリフトを水平に保つ制御を行う。オンボードコンピュータで生成した信号は、インターフェース回路、リレーボードを介してバルブコントローラに入力されている。マニュアル操作時にはこれらの制御信号は切断され、ラジコン受信機からの信号に接続される。

アクチュエータの駆動には高出力が必要とされるため油圧を用いた。従来油圧シリンダを位置制御する場合、そのバルブとしては線型性が良好なサーボバルブが用いられることが多かったが、価格が高いこと、作動油の汚れに弱いこと、位置精度の制約が比較的ゆるいことなどから、安価な電磁比例弁を用いることとした。電磁比例弁には入力信号が小さいときに線型に動作しにくい不感帯の問題があるが、これは市販のバルブコントローラ(ゲイン調整、出力オフセット、ディザ信号付加)によって改善することとした。

### 4. 間歇クローラ歩容

4足歩行動物が効率的に安定に歩く歩き方(歩容)として、クローラ歩容が知られている。これは、右後ろ→右前→左後ろ→左前、のように、体の左右半身に着目したときに、その側の後ろ脚→前脚の順に脚を運ぶ歩き方である。この歩き方は象や人間の赤ちゃんの歩き方と同じであることが知られている。TITAN XIにおいては、クローラ歩容をより安定化させた間歇クローラ歩容[7]を採用することとした。これは、クローラ歩容において遊脚中の胴体推進を停止させ、重心をつねに支持脚3角形の中心付近に配置する歩容である。動作が不連続になる欠点はあるが、常に静的安定性が保たれる。間歇クローラ歩容の基準歩容の導出方法について、また、地形に適應して歩容を基準歩容から変化させる方策についても検討を行った[8]。

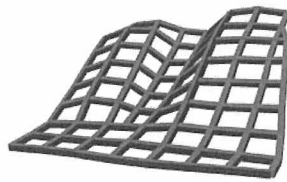
## 5. 地図生成とその利用

ロボットが不整地に適応するためには、不整地の凹凸形状を知る必要がある。通常のロボットにおいては、テレビカメラやレンジファインダ、GPSなどにより3次元的な計測をしたり、タッチセンサや力センサなどによる接触情報を利用することが一般的である。しかし本アプリケーションにおいては屋外で大量の砂埃、泥、コンクリートなどが舞い、直射日光にさらされる環境であるためカメラ等は使いにくく、さらに山間地ではGPS衛星からの電波受信が困難である。そこで、測量用トータルステーション（以下TS）を用いて、本体の位置姿勢を追尾計測し、これに測量データから生成された法面の地図を組み合わせて利用する方法を考案した。

まず、法面の形状を計測するためにTSを利用する。これには法面がフレームで覆われた曲面であることに着目して、フレームの交点と、フレーム内の中心付近の点を計測し、あらかじめ計測しておいたフレームの形状パラメータ（幅、高さ）を利用してフレームの方向に沿ってあてはめ、それ以外の部分に関してはその間を直線的に補間する形式とする（図4）。さらに、ロボットの地図上での位置を知るために、図5に示す、胴体位置姿勢追尾計測機構を搭載する。これにはロボットの胴体上に、ミラーをある半径で円弧を描いて回転させる機構を取り付け、このミラーの位置をTSで追尾計測する方法を取る。ミラーが描く円弧上の3点の3次元位置がわかれば、その中心座標と3角形がなす平面の傾きがわかり、ロール方向の姿勢センサ情報を組み合わせることでロボットの胴体の6自由度を拘束する情報が得られ、地図上でのロボットの位置姿勢がわかる。さらに、ロボットを牽引するテザーに必要な張力は牽引する方向に応じて変化するが、ロボットの位置と法面上のテザー固定位置がわかればテザーの方向、張力ともに計算でき、制御に利用できる。



(a) Original terrain



(b) Modeled slope

図4 法面形状データの計測

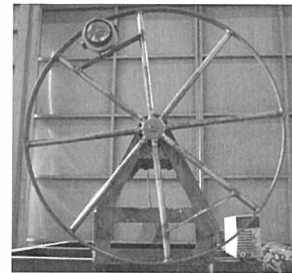


図5 コーナーキューブ回転機構

## 6. 実験

TITANXIの機構とその基本制御システムはほぼ完成しており、平地と模擬法面において歩行試験を行った。

まず平地上での歩行性能を確認するため、図7のように平地上で格子状にロープを張り、フレームを模擬した構造を作成し、これを跨ぎ越えて歩く実験を行った。脚を置く位置はあらかじめ決めておき、実験においてはその軌道をそのまま実行した。これにより機構的な問題はないことが確認された。実験後半で誤差が累積して模擬フレームに脚を引っ掛ける現象も見られたが、これはセンサ情報をフィードバックすることで回避可能である。

次にテザー牽引と歩行とを組み合わせ、図8に示す模擬法面を登る実験を行った。テザー張力指令値は一定とした。脚を置く位置はフレームの中心とし、実験においては事前のシミュレーションの軌道を実行した。テザーの力制御に不備が見つかり、やや法面上方に引きずられる現象がみられたものの、3周期の歩行に成功した。



図7 平地上模擬フレーム跨ぎ越え動作実験



図8 模擬法面歩行実験

## 7. まとめ

法面削孔作業用4足歩行ロボットTITAN XIの開発における設計思想、歩行実験について述べた。今後は操縦インターフェースを付加し、実際の工事現場においてその有効性を検証していく予定である。歩行ロボットの実用化例は未だほとんどないが、筆者は幸いにもアプリケーションとして建設施工業務の自動化という技術ニーズに出会い、大昌建設株式会社 (<http://www.taisho-kk.com/>) と共同でTITAN XIの開発に携わることができた。歩行ロボットが新しい産業として成り立つべく、その先鞭をつけたい。

## 参考文献

- [1] 程島竜一, 土居隆宏, 福田靖, 広瀬茂男, 岡本俊仁, 森純一, "4足歩行型法面作業ロボットTITAN XIの開発 - 基本設計と脚機構の動作試験". 日本ロボット学会誌, Vol.23, No.7, pp.847-857, 2005
- [2] Eric Krotov, Reid Simmons, "Perception, Planning, and Control for Autonomous Walking With the Ambler Planetary Rover", The International Journal of Robotic Research, Vol 15, No.2, April 1996, pp.155-180, 1996.
- [3] John E. Bares and David S. Wettergreen, "Dante II: technical description, results, and lessons learned", International Journal of Robotics Research, Vol.18, No.7, pp.621-649, 1999
- [4] K. Hartikainen, A. Halme, H. Lehtinen and K. Koskinen, "Control and Software Structures of a Hydraulic Six-Legged Machine Designed for Locomotion in Natural Environment," In Proc. Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp.590-596, 1992.
- [5] <http://www.plustech.fi/>
- [6] Waldron, K.J., and McGhee, R.B., "The Adaptive Suspension Vehicle," IEEE Control Systems Magazine, 6 (6), pp.7-12, 1986.
- [7] 塚越秀行, 広瀬茂男, "間歇クロール歩容の提案とその生成原理", 日本ロボット学会誌, Vol.17, No.2, pp. 301-309 (1999)
- [8] 程島竜一, 土居隆宏, 福田靖, 広瀬茂男, 岡本俊仁, 森純一, "4足歩行型法面作業ロボットTITAN XIの開発: 第5報 地図情報に基づく法面フレーム跨ぎ越え歩行", ロボティクス・メカトロニクス講演会'05予稿集, 2P1-S-57, 2005.

## ● 研究動向紹介

### スポーツ選手のパフォーマンス向上を 目的とした解析手法の研究

中京大学 生命システム工学部  
西井 匠



#### 1. はじめに

近年わが国におけるスポーツへの関心が特に高まっていると感じる。それはスポーツ選手をマスメディアで頻繁に見かけることや、様々な競技種目でプロ化が進んでいることなどからも窺い知れるところである。このような関心の高まりは、国際的な競争力を有した選手が活躍することによって成り立っているといっても過言ではなく、そのための国家的なプロジェクトとして、2001年に国立スポーツ科学センター(Japan Institute of Sports Sciences: JISS)が東京に開設され、さらなる発展に努めている。

スポーツ選手の競技パフォーマンスを効率よく向上させるためには、各種測定によって選手の長所・短所を客観的に抽出し、それらを改善するためのトレーニングを効果的に行なうことが重要である。一般的なスポーツの現場において、持久力や筋力などは競技時間や挙上重量などによって客観的な指標を得ることができるが、技術的な面に関してはコーチの経験則に頼ることが多く、必ずしも客観的な観点から指導を行なっているとは言えない。そのため体育科学の研究者は各種スポーツにおける競技特性や、選手の競技能力を科学的に調査し、客観的なデータをコーチに提示することで競技パフォーマンスを向上させる取り組みを行ってきた。筆者もこれまで様々なスポーツ選手の計測に取り組んできたが、本稿ではその代表例として、自転車競技とアーチェリー競技についての研究結果について報告する。

#### 2. 自転車競技に関する研究

自転車競技は大きく3つに分けられる。1つ目はケイリンに代表されるトラック種目、2つ目はツール・ド・フランスに代表されるロードレース種目、3つ目はマウンテンバイク種目である。この中で筆者が主に取り組んでいるのは、マウンテンバイク種目とロードレース種目である(2, 5, 6)。

これら自転車競技に共通する最も重要なスキルは、効率の良いペダリングスキルの獲得である。しかしながら、筋収縮による脚の往復運動をスムーズな円運動に変換するのは極めて難しく、これまでは長期間の練習により経験的に習得することが多かった。そのため効率的なペダリングスキルの早期習得を目的とした、技術解析に関する研究は数多い(1)。

ところが従来の研究は、データ取得から解析結果を出すまでに要する時間が長く、被検者のペダリングスキル向上(=パフォーマンス向上)という観点からは、効率的とはいえなかった。そこで筆者らは、ペダリング技術の早期習得を目的とした、筋活動動態のビジュアルフィードバックによるペダリングスキル解析システムを開発した(4)。

本システムは、2系統の計測で成り立っている。ひとつは身体の主要な関節の3次元座標位置の取得であり、もうひとつは自転車運動における主働筋の筋活動電位の計測である。3次元座標位置は、身体

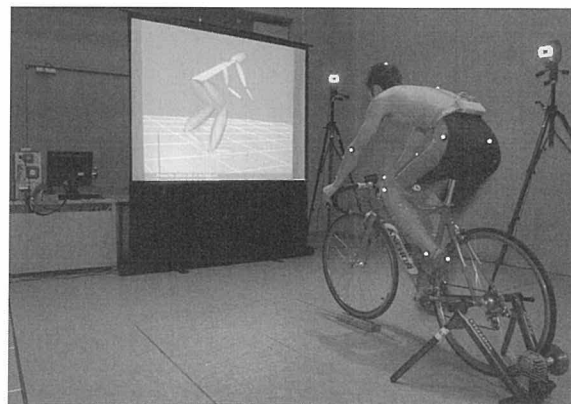


図1 ペダリングスキルの向上を目的としたリアルタイム・ビジュアルフィードバックシステムの活用風景



の主要な関節に取り付けた反射マーカをリアルタイム・モーションキャプチャーシステム(Motion Analysis製)にて取得し、筋活動電位はマルチテレメータシステム(WEB-5500, 日本光電製)を用いて計測する。得られた3次元座標位置をもとに計算機内に人体モデルを構築し、筋活動電位をその強度に応じて人体モデル上の被検筋該当部位に色表示する。生成されたCG映像はプロジェクターを介して実験室のスクリーンに投影され、被検者はそれをモニターしながらペダリングを継続することにより、ペダリングスキルの効率的な習得を目指すものである(図1)。

特に本システムでは、模範例とされる上級者と被検者本人とのペダリングスキルの差異を強調するため、両者の筋活動様式を比較し、その相関が低くなると表示される人体モデルの該当部位が色変化するという手法をとった。

これにより、被検者は人体モデルの色変化した部位のみを確認すればよいため、自己のペダリングにおける問題点の発見と修正がリアルタイムで可能となった(図2)。

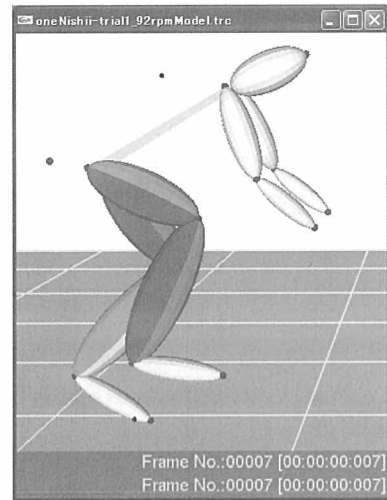


図2 上級者との相関係数であらわした人体モデルの一例

### 3. アーチェリー競技に関する研究

アーチェリーは静的なスポーツであるが、矢を引ききったときの弓の反発力(ドローウェイト)が男子で20kg前後、女子で16kg前後あり、1試合での行射本数は144本に上るため、見た目以上にハードなスポーツである。そのため、筋力と競技成績の関係は密接であり、これら主働筋の活動様式を分析することは重要であると考えられる。同様に被検者の動作を解析することも重要であるが、アーチェリーのリリース局面のように、微細かつ瞬間的な動きを前述のようなモーションキャプチャーシステムで計測することは困難である。そのため各種センサーを用いて実測することが、競技パフォーマンス向上のためには有効である。

そこで筆者らは上級者と中級者の引き手肘関節の動作と主働筋の筋活動様式を調査し、競技レベルの差によってどのような違いがあるかを明らかにし、競技力向上のための基礎資料を得ることを目的として実験を行なった(図3)。

その結果、中級者はリリースの瞬間に引き手の肘関節を伸展しながら(=開きながら)弦を放す傾向にあるのに対し、上級者は反対に肘関節を屈曲させながらリリースすることがわかった(図4)。一方でリリース前後の筋活動動態を詳細に検討した結果、上級者はpremotion silent periodが高頻度で出現していることが明らかとなった。premotion silent periodはフィードバック制御を行なっている際に出現すると報告されていることから(7)、上級者は照準機と的中心が合った瞬間に、クリッカーと呼ばれる矢の引きしろを一定にする装置(図5)を意識的に落としてリリースしているのに対し、中級者は自身の弓(クリッカー)が立てた音に反応してリリースする、フィードバック制御であることが明らかとなった(3)。

これらの情報をコーチならびに選手にほぼリアルタイムでフィードバックすることにより、競技パフォーマンスの改善がみられた。

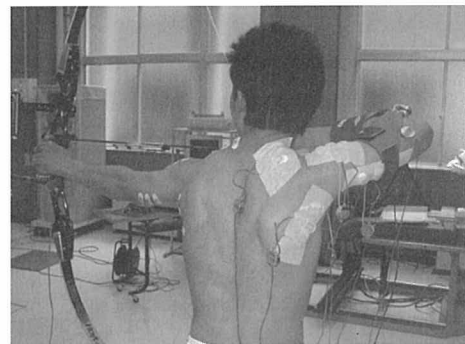


図3 実射時の筋活動様式ならびに肘関節動作の測定風景

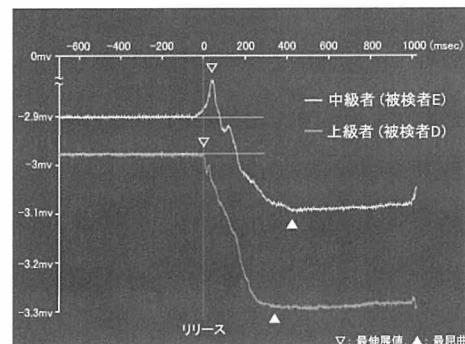


図4 リリース時における引き手肘関節角度の経時的変化

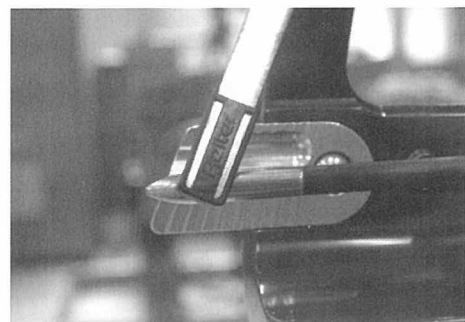


図5 矢の先端とクリッカーの拡大図  
クリッカーは薄いステンレスの板で、矢を引ききった瞬間に弓本体を叩くことにより"パチン"と音を出す。競技者はこの音で一定の引きしろに到達したことを確認し、リリースする。

#### 4. おわりに

本稿では筆者がこれまで携わってきた運動生理学ならびにバイオメカニクスの観点からの、競技者のパフォーマンス向上を目的とした研究成果を報告した。しかしながらより効率的に競技パフォーマンスの向上を狙った場合、自転車研究の章で報告したような情報科学との連携がこれからのスポーツ科学研究に必要な不可欠になると確信している。今後は自転車競技・アーチェリー競技のみならず、様々な分野で活用できるシステムの開発を充実させていきたいと考えている。

#### 5. 参考文献

1. Burke ED(editor). High-tech cycling (second edition). Human Kinetics. pp.93-146. 2003.
2. Ishii T, Umemura Y., Kitagawa K. Influences of mountain bike suspension systems on energy supply and performance. Jpn J Biomech Sports Exerc, 7(1): 2-9, 2003.
3. 石井 匠, 金枏 直也, 中垣 浩平, 北川 薫. アーチェリーのシューティング技術の検討. 体力科学, 52(6): pp.807, 2003.
4. 宮嶋 孝治, 稲葉 洋, 西井 匠, 瀧 剛志, 長谷川 純一. 筋電図情報のビジュアルフィードバックによる自転車ペダリング動作の分析. 日本体育学会第56回大会号, p102, 2005.
5. Nishii T, Umemura Y, Kitagawa K. Full suspension mountain bike improves off-road cycling performance. J sports Med Phys Fitness. 44(4): 356-360, 2004.
6. 西井 匠, 北川 薫. マウンテンバイクにおける性能とパフォーマンス —特にサスペンションとの関連について—. バイオメカニクス研究 8(1): 56-64, 2004.
7. 西園 秀嗣, 中川 功哉, 須田 力, 齊藤 勝政. アーチェリーのシューティングにおける筋の作用機序及びリリース時の筋放電休止の出現. 体力科学, 33: pp.17-26, 1984.

## ● 研究動向紹介

### 身体トレーニングにおける運動後の アイシングの影響について

中京大学 生命システム工学部  
山根 基



#### 1. はじめに

組織の冷却は、RICE処置 (rest, ice, compression, elevation) の一要素として、スポーツの現場で多用される。これはアイシング (cryotherapy) と呼ばれ、捻挫などの傷害の治療だけでなく、高強度の運動で生ずると考えられる筋の微細損傷に対し、運動後に施すことによって二次的損傷を防止し、筋のダメージを軽減することを目的としても用いられる。最近では、単なる疲労回復のためにも用いられるが、運動後に冷やして予め傷害を防止しようとする試みもある。運動後のアイシングについては、疲労感を緩和しパフォーマンスを向上させるとの報告[1]もある。また、これらはトップアスリートだけでなく高等学校や中学校の部活動などへも、利用層が拡大している。しかし、この用法の意義については確かめられていない。さらに、週5日疲労困憊まで走らせるトレーニングを、7週間行わせたラットの筋組織を電子顕微鏡で観察すると、冷却した群で損傷が早期に生じたとの報告[2]もあり、高強度の運動を連日続ける場合には、疲労感の低下によりオーバーワークをもたらしやすい可能性も示され、運動後のアイシングを長期に適用する影響について検討する必要性が示唆される。そこで我々は、長期間のトレーニングを実施する際、運動後に毎回活動筋冷却を行う場合とそうでない場合のトレーニング効果を比較し、トレーニングに伴う筋の適応性変化に及ぼす運動後の活動筋冷却適用の影響について検討した。

#### 2. 実験1 (持久的トレーニングにおける運動後活動筋冷却の影響)

持久的トレーニングの際、運動後に毎回活動筋冷却を行う場合とそうでない場合のトレーニング効果を比較し、持久的トレーニングに伴う有酸素性作業能やパフォーマンスの変化に及ぼす運動後の活動筋冷却適用の影響について検討した。

方法は、男性6名の被験者に、最大酸素摂取量の70%の運動強度で25分間の自転車運動を、週4回4週間にわたって実施させた。トレーニング期間中、被験者の一側下肢 (冷却側) を、毎回のトレーニング後に $5 \pm 1^\circ\text{C}$ の冷水に20分間浸し、30分間の休憩後もう一度20分間浸した。トレーニング期間の前後に、自転車エルゴメータを用い最大漸増負荷テスト (両脚負荷テスト) を実施し、トレーニング効果を確認した。また、片脚の最大漸増負荷テスト (片脚負荷テスト) を別に実施し、冷却側と非冷却側 (対照側) のトレーニング効果を比較し、冷却の影響について検討した。

その結果、一側下肢での最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2\text{max}$ ) はトレーニング後対照側、冷却側ともに有意な変化を示さなかったが、一側下肢における $\dot{V}O_2\text{max}$ のトレーニング後/トレーニング前の比は、対照側と比べて冷却側で有意に ( $p < 0.05$ ) 小さかった (図1)。

これらの結果は、持久的トレーニング期間中、活動筋を運動後に慢性的に冷却することが有酸素性作業能力の改善を減弱させる可能性を示した。

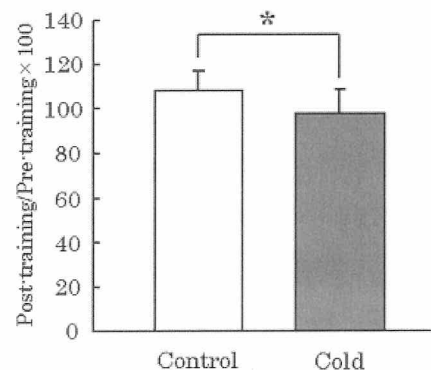


図1. 一側下肢における $\dot{V}O_2\text{max}$ の  
トレーニング後/トレーニング前の比  
統計処理: Studentの対応のあるt-test  
\* $p < 0.05$ .

### 3. 実験2 (筋力トレーニングにおける運動後活動筋冷却の影響)

実験1では、自転車運動を用いた持続的トレーニングの際、運動後に毎回冷却すると、持久性の改善率が小さくなることを報告した。しかし、冷却がトレーニングに伴う筋肥大や筋力の増加に対して影響するかどうかについては明らかになっていない。そこで我々は、筋力トレーニングを継続中、毎回運動後に活動筋を冷却することが、持久能の変化に及ぼす影響について確認するとともに、筋肥大や筋力の増加に対する影響についても検討した。

方法は、男性14名を対象に、自作したリストカール・エルゴメータを用いて筋力トレーニングを行わせました。負荷強度は8RMとし、8回のリストカール運動を2分の休憩を挟み5セット、週3回6週間にわたり行わせた。被験者のうち7名を冷却群とし毎回運動終了後トレーニングした上肢を $10 \pm 1^\circ\text{C}$ の冷水に20分間浸した。残りの7名は冷却を行わず、対照群とした。トレーニング期間の前後に、手関節屈曲による等尺性最大収縮時の筋力、筋持久力として最大筋力の30%の負荷強度でリストカール運動を行わせ、継続できなくなるまでの回数を測定した。また、超音波断層装置のBモード画像を用いて前腕屈筋群の筋厚を測定した。

その結果、筋持久力は、トレーニングにより対照群、冷却群ともに増加したが、トレーニングに伴う増加率が対照群より冷却群で小さい傾向を示した。これは、実験1の結果と同様に、筋の持久性向上を小さくした可能性が考えられた。筋厚は、トレーニングにより対照群、冷却群ともに有意 ( $p < 0.01$ ,  $p < 0.05$ ) に増加したが、トレーニングに伴う増加率は対照群より冷却群で有意 ( $p < 0.01$ ) に小さい値を示した (図2A)。最大筋力は、トレーニングにより対照群で有意 ( $p < 0.01$ ) に増加したが、冷却群では変化しなかった (図2B)。これらの結果は、運動後の冷却が筋肥大や筋力の増加を減衰させる可能性を示唆した。

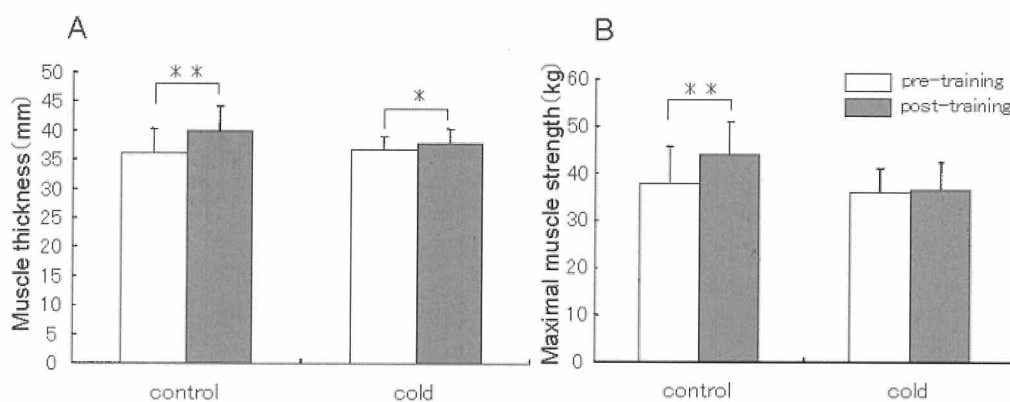


図2. A: トレーニング前後の筋厚の変化. B: トレーニング前後の最大筋力の変化. 統計処理: 繰り返しのある二元配置分散分析を行い、有意差が認められた場合にはStudentの対応のあるt-testを行った. \*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$ .

### 4. 運動後の活動筋冷却がトレーニングの効果を減弱させる

実験1、2において実施したトレーニングは、運動強度としては中等度であったと考えられ、遅発性筋肉痛を含む何らかの異常を申告した被験者はいなかった。運動後の筋組織には損傷はなく、RICE処置が必要な状態ではなかったと考えられる。したがって、両実験では、明らかな損傷のない部位への冷却の影響について検討したといえる。

#### a) 持久能の改善に及ぼす影響

実験1、2において、筋の持久能の改善が冷却により抑制される可能性が示唆された。持続的トレーニングに伴って、筋の持久能の向上をもたらす要因については、ミトコンドリアの酸化能の向上、グリコーゲン分解の抑制など酸化系における代謝系全般の能力向上や、筋細胞内のミオグロビンの増加による細胞内における酸素運搬能の向上があげられる。また、筋の毛細血管密度が増加し、これに伴う血流量の増加により、運動時の活動筋への酸素やエネルギー基質の運搬能が向上し、最大酸素摂取量やパフォーマンスが向上するといわれる。冷却が持続的トレーニングの効果を抑制するとしても、これらの適応性変化の過程に冷却が直接的に影響を及ぼしているかどうかは不明である。血管内皮細胞に対するshear stressは、血管のリ

モデリングを引き起こし血管径の増大を招くといわれる[3]。冷却による運動後の血流の減少により血管内皮細胞に対するshear stressが弱まったことが関連するかもしれない。末梢循環系の指標を加えて検討する必要がある。また、高強度の運動は筋組織の微細な損傷を引き起こし、血液中のInterleukin-6 (IL-6)などの炎症性サイトカインが上昇する[4]といわれ、炎症反応の調節に関係する可能性が示されている[5]。さらにIL-6の増加はVascular endothelial growth factor (VEGF)の増加をひきおこし[6]、血管新生に関連するともいわれる。局所冷却が炎症反応を抑制してそれらの過程に影響を及ぼした可能性はある。しかし、本研究の運動は、明確な炎症反応をひきおこす強度であったかは疑問であるとも考えられる。今後、炎症性サイトカインなどの指標も取り入れて検討していく必要があると考えられる。

#### b) 筋肥大および筋力向上に及ぼす影響

実験2では筋厚が増加し、本実験で用いた条件によるリストカール運動で、筋の肥大が生じていると考えられた。しかし、冷却群ではこれらの変化が小さく、トレーニングの期間にわたり運動後の冷却を併用すると、筋細胞の肥大に関わるトレーニング効果についても減衰する可能性が示唆された。本実験で測定した最大筋力も、筋厚と類似した変化を示し、機能的にもその影響が反映されているものと考えられた。

実験1と同様、実験2の結果からは、冷却が筋の適応性変化を小さくしたことについて明確な説明を加えることはできない。運動時には活動筋の代謝は急増し、温度も上昇する。高温暴露によって細胞にはHeat shock protein (HSP)が産生されることが知られているが、このHSPは運動でも生ずる[7]。HSPは筋肥大などの適応に重要な役割を果たすといわれ[8]、機械的ストレスだけでなく、温度上昇がHSPの産生を介し筋肥大に関係することを示唆する報告もある[9]。本研究で、運動後に急激に冷却したことは、少なくとも温度刺激を減少させたことになり、HSPを介する適応過程に何らかの影響を及ぼした可能性はある。また、機械的刺激により、明らかな損傷がない場合でも好中球が組織へ進入することが認められている[10]。好中球は、各種のサイトカインを産生する。そして、多くの成長因子やサイトカインは筋の適応に関係するといわれており[11]、冷却が、白血球集中や炎症反応を抑制するのであれば、これらを介する筋の適応過程に影響を及ぼすかもしれない。

### 5. スポーツ現場への応用

競技者が実施する身体トレーニングは、本研究に比べ長時間にわたるなど、条件はかなり異なり、実際のトレーニングにアイシングを併用している競技者に、このような減衰効果が生じているか否かは不明である。また、鍛錬度によっても影響が異なるかもしれない。冷却の温度や時間により異なる可能性もある。スポーツ現場での冷却手段(氷、アイスパックなど)、温度や適用時間は多様である。本研究で用いた冷却条件は、治療的処置として有効な範囲であると考えられるが、明らかな損傷がなく、傷害の予防や単なる疲労回復やリフレッシュを目的とする場合に適切であるか否かは不明である。むしろ、冷却の程度を緩和すると、本研究で認めたような筋の適応性変化の減衰を起こさず、時間的経済的な負担も軽減できて有益であるとも考えられる。損傷を受けた組織にRICE処置として、冷却を行う意義に疑いはないが、本研究の結果は、損傷がない組織への冷却を、それと同様の意義だけで適用するのではなく、筋の適応に対する冷却の影響を考慮する必要があることを示唆した。スポーツ活動時の身体の調整に冷却を効果的に用いるためにも、今後、実際のトレーニングに近い条件でも検討するとともに、そのメカニズムや適切な冷却条件について明らかにするなど、今後更に追究していく必要があると考えられた。

### 6. まとめ

実験1、2において、身体トレーニングに伴う持久能の改善および筋肥大、筋力増加が運動後の活動筋冷却により減衰する可能性が示された。トレーニングに伴う筋の適応には、機械的な刺激以外に組織の温度上昇やそれに伴う諸要因も関与する可能性が考えられた。また、RICE処置として損傷部位を冷却が有益であることは明確であるが、傷害の予防や疲労回復のために損傷がない組織を冷却することには、RICE処置の冷却と同様の意義のほか、トレーニング効果を減衰する可能性を考慮する必要があることが示された。スポーツ活動に際し身体の調節に冷却を効果的に用いるためにも、今後更に検討を要する。

## 参考文献

- [1] Verducci, F.M. Interval cryotherapy and fatigue in university baseball pitchers. *Res. Q. Exerc. Sport.*, (2001), 72(3), 280 - 287.
- [2] Fu, F.H., Cen, H - W. Eston, R.G. The effects of cryotherapy on muscle damage in rats subjected to endurance training. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, (1997) 7, 358 - 362.
- [3] Miyachi M., Tanaka H., Yamamoto K., Yoshioka A., Takahashi K., Onodera S. Effects of one-legged endurance training on femoral arterial and venous size in healthy humans. *J. Appl. Physiol.*, (2001), 90, 2439 - 2444.
- [4] Ostrowski, K., Rohde, T., Zacho, M., Asp, S., Pedersen, B.K. Evidence that interleukin-6 is produced in human skeletal muscle during prolonged running. *J. Physiol.*, (1998), 508, 949 - 953.
- [5] Suzuki, K., Totsuka, M., Nakaji, S., Yamada, M., Kudoh, S., Liu, Q., Sugawara, K., Yamaya, K., Sato, K. Endurance exercise causes interaction among stress hormones, cytokines, neutrophil dynamics, and muscle damage. *J. Appl. Physiol.*, (1999), 87, 1360 - 1367.
- [6] Cohen, T., Nahari, D., Cerem, L.W., Neufeld, G., Levi, B.Z. Interleukin 6 induces the expression of vascular endothelial growth factor. *J. Biol. Chem.*, (1996), 271, 736 - 741.
- [7] Liu, Y., Steinacker, J.M. Changes in skeletal muscle heat shock proteins: pathological significance. *Front. Biosci.*, (2001), 6, D12 - D25.
- [8] Thompson, H.S., Maynard, E.B., Morales, E.R., Scordilis, S.P. Exercise-induced HSP27, HSP70 and MAPK responses in human skeletal muscles. *Acta. Physiol. Scand.*, (2003), 178, 61 - 72.
- [9] Goto, K., Okuyama, R., Sugiyama, H., Honda, M., Kobayashi, T., Uehara, K., Akema, T., Sugiura, T., Yamada, S., Ohira, Y., Yoshioka, T. Effects of heat stress and mechanical stress on protein expression in cultured skeletal muscle cells. *Pfluegers Arch.*, (2003), 447, 247 - 253.
- [10] Pizza, F.X., Koh, T.J., McGregor, S.J., Brooks, S.V. Muscle inflammatory cells after passive stretches, isometric contractions, and lengthening contractions. *J. Appl. Physiol.*, (2002), 92, 1873 - 1878.
- [11] Chargé, S.B.P., Rudnicki, M.A. Cellular and molecular regulation of muscle regeneration. *Physiol. Rev.*, (2003), 84, 209 - 238.

### イオン電流モデルによる網膜細胞機能の解析

中京大学 生命システム工学部  
石原 彰人



#### 1. はじめに

1940年代のN. Wienerによるサイバネティクスの提唱以来、工学の分野で発達した理論や手法を生物科学の分野に応用し生物やその活動を理解することや、逆に生物から得られた知見を工学製品に応用することが盛んに行われるようになってきた。特に近年では、実験技術の発達を背景に、細胞レベルでの電気化学的な現象に対して、できる限り忠実に数式化し、心臓あるいは感覚器、脳などの組織レベルでの振舞いを解析するようになってきている。このようにして構築された細胞あるいは組織、器官の数学的なモデルは、既存の実験技術では計測が困難な現象について詳細に解析しうる場を与えるほかに、そこから得られる理論、アルゴリズムあるいはモデルそのものを工学製品に提供すると考える。我々の研究グループではこうした観点から、視覚において初期に位置する組織である網膜について細胞活動の基本であるイオン機構レベルからの数理モデル化や、それをを用いた網膜の初期視覚情報処理機能の解析を進めている[1-4]。本稿では、その中のいくつかの話題について報告する。

#### 2. 網膜細胞の数理モデル化

網膜の細胞に限らず脳・神経系の細胞における処理は、細胞膜を通過するイオンの流量の変化という形で実現され、その多くは電気的な活動の変化という形で観測される。このイオンの流量の変化は、イオンチャンネルと呼ばれる選択的にある種のイオンを通過させる細胞膜上の孔のイオン透過性の変化と、細胞内外に形成された電気化学的な勾配によって制御される。イオンの流量を電流ととらえると、細胞膜は図1に示す可変コンダクタンスと起電力によって構成される等価回路で表現される。ここで可変コンダクタンスは、細胞内外の電位差と時間に依存して変化する非線形素子であり、そのパラメータは、単離した細胞を使用した電気生理実験により決定する。図1は網膜の双極細胞の等価回路モデルであり、可変コンダクタンスと起電力からなる1個の回路が1種のイオン電流に相当し、細胞膜はそれらを並列結合した回路として表現されている。ここで双極細胞は、カルシウムイオンを選択的に透過するイオンチャンネルがシナプス終末部位に集中して分布するという特徴をもつ。この不均一性を表現するために、モデルは細胞体とシナプス終末の2つの部位に分割する形でモデル化している。こうして構築した双極細胞の数理モデルを用いた解析の一例を図2に示す。この解析では、双極細胞が光に対して示す電位変化をシミュレートしており、それぞれのイオンチャンネルがその応答波形形成に対して及ぼす影響を各イオンチャンネルの透過性の最大値を表すモデルパラメータを変えることで調べた。結果は、シナプス終末部位のカルシウムイオンに関連した機構が、双極細胞の電気活動に関与していることを示唆している。通常、シナプス終末のカルシウムイオンチャンネルは、次の細胞へ情報を伝達することが大きな役割であると言われている。しかしながら今回の結果は、カルシウムイオンを介する細胞機構が、それ以外にも双極細胞で収斂する情報の信号処理過程に関与している可能性を示すものである。このように、細胞のイオン機構に基づいたモデル化は、細胞さらには神経回路という単位における各イオン機構の働きを、より詳細に解析するのに有効な方法である。

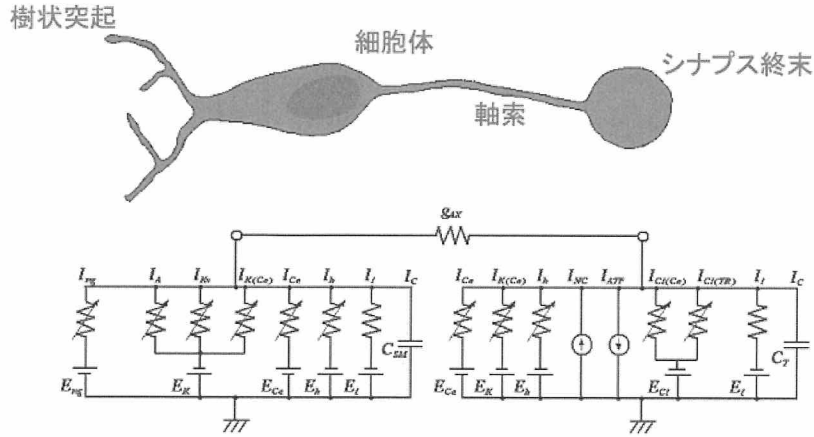


図1 網膜双極細胞の等価回路モデル[1]

左が細胞体、右がシナプス終末の等価回路であり、それらを軸索コンダクタンスによって結合した。

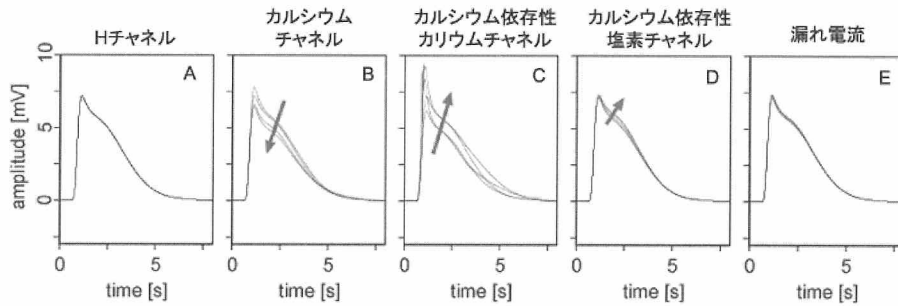


図2 シナプス終末のイオン透過性の最大値を変えたときの光応答電位変化[1]

細胞全体に存在するHチャンネル(A)を通る電流や漏れ電流(E)による影響はほとんどないが、カルシウムイオンに関するチャンネル(B,C,D)を通る電流では、応答初期成分が強調されるなどの効果が起こる。矢印はイオン透過性の最大値を大きくしたときの変化の方向を示している。

### 3. 数理モデルと細胞を複合したシステムによる細胞機構の解析

我々は、このようにして構築した数理モデルを用いる解析の応用として、実際の細胞とコンピュータ上に構築した仮想細胞を接続した細胞-コンピュータによる複合ネットワークを使った新しい解析手法の開発を進めている[3,4]。これは、細胞から計測した電気活動と、コンピュータシミュレーションによる細胞モデルの電気活動を、電気生理実験中にその場で比較し、細胞モデルのパラメータの調整によって、今計測している細胞の数理モデルをコンピュータ内にコピーする方法である。これによって、数多くの細胞種からなる網膜において、それら細胞種の電気的特性の相違を、数理モデルの特徴パラメータで定量的に比較・解析することが容易になると考えられる。

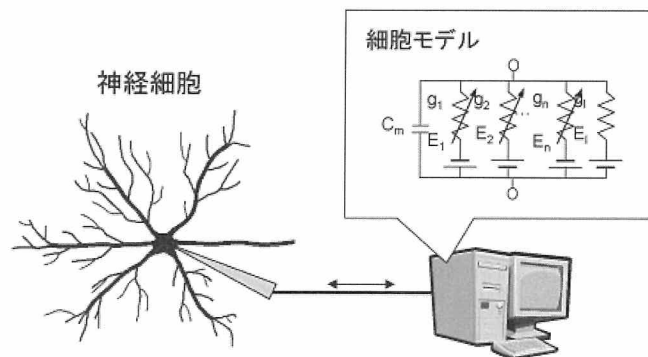


図3 数理モデルと実際の細胞の融合

エンジンなどの設計に実機とコンピュータ上の数理モデルを組み合わせた系が利用されているように、実際の神経細胞に数理モデルからの出力をフィードバックするハイブリッドな系を組むことで、細胞や神経回路の研究に応用する。



#### 4. まとめ

本稿では、網膜神経回路における数理モデルを用いた解析手法の一例として、網膜双極細胞の数理モデル化と光応答解析を例に紹介した。現在、網膜を構成する各細胞についてそれぞれの細胞に内在するイオン機構を基にした数理モデル化が進められている[2]。さらに細胞同士の結合に関するモデル化などの課題が残されているが、今後、研究を進めていくことで、イオン機構レベルからの詳細な網膜初期視覚処理機能の解析が可能になるであろう。また、これらの研究によって構築された数理モデルや、その利用に関する研究は、現在すすめられている視覚系のニューロインフォマティクス研究[5]による数理モデルデータベースなどと連携することによって、より大きく発展していくことが期待できる。

#### 参考文献

- [1] Ishihara, A., Kamiyama, Y., Usui, S.: The role of ionic currents in shaping light responses of retinal bipolar cells, In: Kaneko A. (ed) *The Neural Basis of Early Vision*, Springer-Verlag, pp.113-116, 2003
- [2] Kamiyama, Y., Ishihara, A., Aoyama, T., Usui, S.: Simulation analyses of retinal cell responses, In: Reeke, G.N., Poznanski, R.R., Lindsay K.A., Rosenberg, J.R., Sporns, O. (ed) *Modeling in The Neurosciences* 2nd edition, Taylor and Francis, pp.313-318, 2005.
- [3] Kamiji, N.L., Ishihara, A., Usui, S.: A model-based ionic conductance estimation method for retinal neurons, ARVO, 2005.
- [4] Kamiji, N.L., Ishihara, A., Yamaji, K., Usui, S.: Online parameter tuning of a parallel conductance model, JNNS, 2005.
- [5] <http://platform.visiome.org/>

## ● 研究動向紹介

### シリコンマイクロプローブアレイによる 網膜光応答計測

中京大学 生命システム工学部  
針本 哲宏



#### 1. はじめに

人間が「見た」光は、目の水晶体を通して網膜に映される。この網膜にある視細胞で外界からの光は受容され、電気信号へと変換される。そして網膜から視神経を介し、大脳視覚野へ伝達され、初めてここで「認識」される。こうして人間は「視覚」を得ている。この「認識」という視覚プロセスは単純に信号の伝達のみで行われているわけではない。目の水晶体はカメラのレンズほど精巧なものではないし、網膜に映された光の像はデジタルカメラのような鮮明な画像ではない。しかしながら、我々は違和感なく（それなりに）正しく捉えている。このような視覚情報処理システムはニューロンが形成する複雑な神経ネットワークにより実現されている。神経ネットワークの解析とその計測技術とは密接に関係しており、隣接する複数のニューロンから同時に神経活動を記録する技術の開発は、脳・神経系諸機能の解明における必須課題のひとつである。本研究では、VLS (Vapor-Liquid-Solid) 法によるシリコン選択結晶成長技術を用いて試作された新しいタイプのマルチ電極アレイを網膜光応答計測に適用した[1][2]。ここでは、開発した計測システムおよび網膜神経活動の計測実験について概要を述べる。

#### 2. 研究背景

脊椎動物の網膜は単に光を受容する機能のみならず、ものの形や色、動きなど基本的な視覚情報を長時間並列的に処理する優れた神経回路システムである。網膜は2次元多層構造をしており、多種多様のニューロンが複雑な神経ネットワークを形成している。従来の網膜における研究は、網膜を構成する個々のニューロンの光応答を単一ガラス微小電極により計測し、得られたデータを解析する方法で行われてきた。しかしながら、複雑な信号伝達回路を持つ網膜の情報処理プロセスを単一細胞からの計測のみによって理解することは非常に困難であった。近年になり、複数の電極がアレイ状に配置されたマルチ電極アレイが実用化され、脳・神経系や網膜のニューロン群の集団活動を同時計測し、解析されるようになった。

マルチ電極アレイは電極形状から平面型とプローブ型と大きく2種類に分けられる。平面型アレイは組織表層近くに位置する細胞の応答を計測するものだが、この電極では、網膜の初期視覚情報処理を行う網膜の初期（網膜外網状層）の活動は計測できない[3]。一方のプローブ型アレイは細繊維深層の細胞活動の応答を計測するために作られたが、高密度かつ微小な電極をアレイ状に配置することが技術的に困難であり、網膜のような薄い膜組織に対しては電極サイズが大きすぎるといった欠点があった[4]。このように既存のガラス電極やマルチ電極アレイでは、網膜深層部の複数の細胞から局所的な同時計測は非常に困難なものであった。本研究では、これら問題を解決すべく、シリコン基板上にミクロンサイズの棒状プローブを数十 $\mu\text{m}$  間隔で一括構築するVLS法によるシリコン選択結晶成

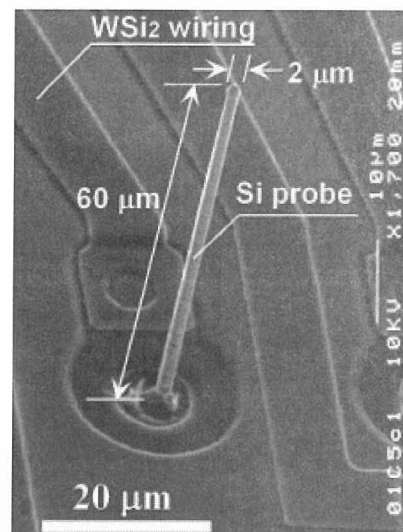


図1 マイクロプローブアレイ  
の一例 (SEM像)

長技術に着目した[5]。この技術を用いれば、従来のプローブ型電極と比較して20分の1サイズのプローブアレイが実現可能である(図1)。豊橋技術科学大学 電気・電子工学系 石田誠教授らによって試作された新しいマルチ電極アレイ、シリコンマイクロプローブアレイが、実際に神経電位を計測可能かどうか、そして、どのような網膜光応答実験に適用できるか実験を行った。

### 3. 実験方法

30分以上暗順応したコイ (*Cyprinus Carpio*) から遊離した網膜を計測チャンバー(図2)の中央に実装された試作のシリコンマイクロプローブアレイの上に視細胞側を上にして置き、適量のリンゲル液( $\text{NaCl}$  120;  $\text{KCl}$  2.6;  $\text{CaCl}_2$  1.0;  $\text{MgCl}_2$  1.0;  $\text{NaHCO}_3$  28.0; glucose 5.0 mM)を注入した。試作マイクロプローブアレイは、網膜応答計測における最適な特性を調べるため、直径の異なる電極プローブを持つ(2.3, 2.7, 3.1, 3.5  $\mu\text{m}$ )。電極の長さは一律、約76  $\mu\text{m}$ である。これらプローブの電極インピーダンスは1 kHz時で200 k $\Omega$  - 1 M $\Omega$ である。

図3は構築した実験システムの概要図である。各マイクロプローブ電極からの信号は、ヘッドアンプ(+20 dB)およびメインアンプ(+60 dB)で10,000倍に増幅される。メインアンプで増幅された信号はPentiumマシンに搭載されたA/D変換ボード(12 bits, 20 kHz)を介してコンピューター内のハードディスクに集録する。

光刺激装置は白色LEDとキセノンランプ型刺激装置の2種類を用いた。白色LEDはフラッシュ光刺激を照射する実験に使用した。キセノンランプ型刺激装置は波長を制御して、単色光刺激実験に用いた。

網膜光応答計測は、試作プローブアレイを用いて計測した応答が網膜由来の応答であることを確認するため、試作アレイと検証用Ag-AgCl電極の同時計測で行った。Ag-AgCl電極は先端を網膜視細胞側の標本表面に接した状態で設置した。

### 4. 網膜光応答計測実験

#### 4.1. 単色光による網膜光応答

光刺激にキセノンランプを用いて、暗調の単色光(480~720 nm, 100 ms)による光応答計測を行い、マイクロプローブアレイで計測される網膜応答の波長依存特性を調べた。図4にマイクロプローブ(濃線)とAg-AgCl電極(薄線)から記録された電位応答の一例を示す。若干の振幅の違いが見られるが検証用のAg-AgCl電極でもほぼ同じような応答が計測されている。また、光刺激から数十ms遅れて反応が見られることや網膜のない状態では応答は確認されない。これら結果は、マイクロプローブアレイが網膜神経電位の計測が可能であることを示している。さらに、このような陰性波や600 nm付近でピークに達する波長特性から、光応答は網膜の総合的な電位変化である網膜電位図(Electroretinogram, ERG)と考えられる。

#### 4.2. フラッシュ光による網膜光応答

単色光による実験によりERGが確認されたことから、光刺激をERG実験でよく用いられる明順応下(背景光 0.5 lux)での白

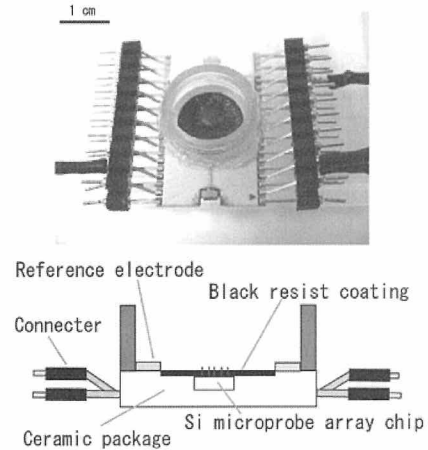


図2 計測チャンバーの概観と模式断面図

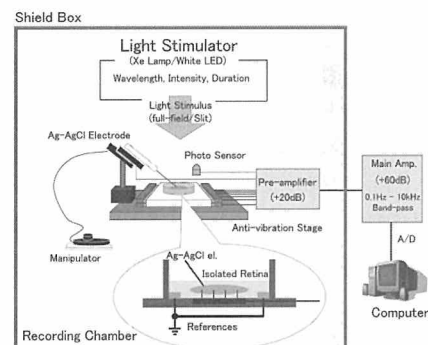


図3 実験システムの概要図

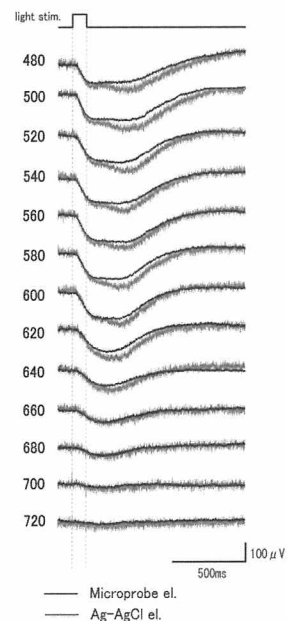


図4 単色光による網膜光応答

色フラッシュ光に変えて実験を行った(図5)。フラッシュの光強度は2500 luxとし、刺激時間は刺激とほぼ同時に反応するプローブのアーチファクトと時間的に分離可能な50  $\mu$ sとした。フラッシュ光刺激の後、陰性波が発生し、続いて陽性波がマイクロプローブとAg-AgCl電極両者で確認された。このような特徴の波形は、既に報告されている明順応下でのERGと合致する。

試作されたマイクロプローブアレイは網膜光応答計測に適したプローブ径を調べるため、4パターンの直径を用意し、光応答計測実験を行った(図6)。網膜光応答はすべてのプローブ径で記録された。プローブ径が大きいほどノイズが少なく、径が小さいほどノイズが大きい。したがって、3  $\mu$ m以下のマイクロプローブではより多くの加算平均が必要となるため、現段階では直径約3  $\mu$ m程度のプローブアレイを製作し、種々の実験に用いるべきと考える。

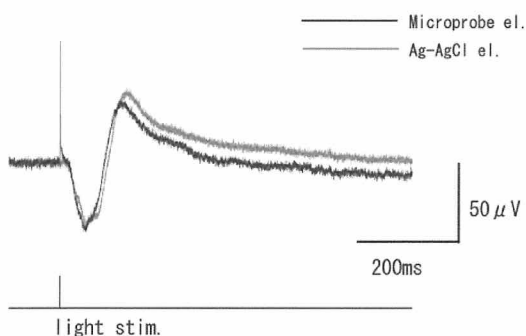


図5 白色フラッシュ光による網膜光応答 5回の加算平均波形。刺激時の反応はアーチファクト

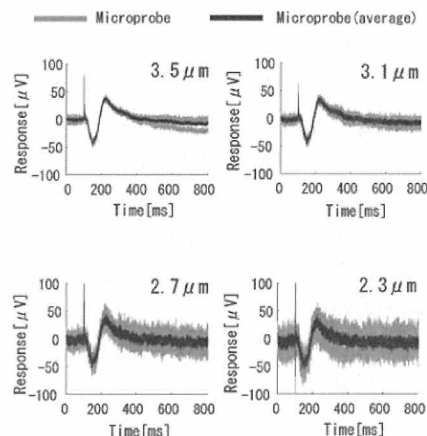


図6 異なるプローブ径で同時計測された網膜光応答

### 5. マイクロプローブアレイの応用：ERGの局所性

ERG計測およびその解析は、網膜症患者の診断など臨床分野において世界中で多く利用されている。最近では、網膜の局所的な状態を調べるためERGの空間分布を計測する手法が研究、実用化されている。この手法は、ランダムに明滅するドットパターン刺激を網膜に照射し、記録電極と参照電極の1対の電極で記録される光応答との相互相関を解析することで空間分布特性を計算的に求めるものである[6]。そうしたERGの局所的な応答変化をマイクロプローブアレイで確認できれば、実際の網膜から直接、マルチに局所ERGを計測する新たな計測技術として確立できる可能性がある。そこで本研究では、白色スリット光刺激を用いて網膜の局所的な応答変化を確認した。スリット幅は1 mmで0.5 mm刻みで位置を制御した。

図7にマイクロプローブによって確認されたERG応答の局所性を示す。スリット光の照射位置が移動するに伴い、ERGの振幅が変化している。この実験では最も振幅の大きかったデータを基準とし、そこから0.5 mmずつ左右1 mmまで記録した。これら結果は、マイクロプローブ電極を用いて網膜におけるERGの局所空間分布応答計測が可能であることを示唆している。

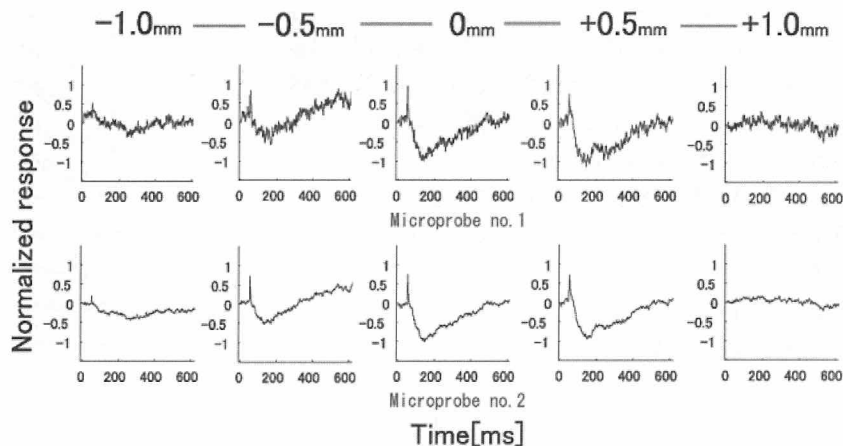


図7 白色スリット光によって記録されたERGの局所分布

## 6. まとめ

本研究では、VLS成長法を用いて試作されたシリコンマイクロプローブ電極アレイを網膜光応答計測に適用し、その応用の可能性を調べた。実験の結果、マイクロプローブアレイは*in vitro* (生体外)でのERG計測に使用できると考える。さらにスリット光を用いた実験により、マイクロプローブアレイがERGの局所空間分布を計測できることを示した。今後、S/N比の良い均一の特性をもったプローブによるアレイ化や電極自身が光に反応するのを防ぐ十分な遮光処理を施すことで、網膜光応答計測に対して様々な光刺激による実験が可能になると考える。さらに将来的には、VLS成長法により直径数 $\mu\text{m}$ のプローブを製作できる点を活かし、低侵襲で網膜組織に挿入するだけでなく、マイクロプローブで細胞内記録を行うことも検討している。こうした電極アレイは今後の脳・神経系とコンピューターとのインターフェースの研究にも大きく貢献することが期待される。

終わりに、本研究にご協力賜る中京大学 石原彰人講師、理化学研究所BSI 白井支朗先生、そして豊橋技術科学大学 石田誠教授ら研究グループに感謝いたします。

## 参考文献

- [1] T. Harimoto, A. Ishihara, T. Kawano, M. Ishida and S. Usui, "Recordings of Retinal Light Responses by Silicon Microprobe Array", ICONIP2005, pp.270 - 275, Taipei, Taiwan, Nov., 2005
- [2] 針本, 石原, 河野, 石田, 白井, "マイクロプローブ電極アレイによる網膜光応答計測", 信学技報, NC2004-147, 2004-3.
- [3] M. Meister, J. Pine and D. A. Baylor, "Multi-neural signals from the retina: acquisition and analysis", Journal of Neuroscience Methods, Vol. 51, pp. 95 - 106, 1994.
- [4] K. E. Jones, P. K. Campbell and R. A. Normann, "A glass/silicon composite intracortical electrode array", Annals of Biomedical Engineering, Vol. 20, No. 4, pp. 423 - 437, 1992.
- [5] T. Kawano, H. Takao, K. Sawada and M. Ishida, "Neural Recording Chip with Penetrating Si Microprobe Electrode Array by Selective Vapor-Liquid-Solid Growth Method", EMBS2004, pp.2066 - 2069, San Francisco USA, Sep., 2004.
- [6] S. Usui and E. Nagasaka, "Spatial distribution of local flash Electroretinogram by multi-input stimulation", Documenta Ophthalmologica, Vol. 88 (1), pp. 57 - 63, 1994.

## 中京大学公開講座ソフトサイエンスシリーズ

### ～最近の講演を振り返って

中京大学人工知能高等研究所が新設された1991年以来、ソフトサイエンスシリーズでは情報科学に関連する分野で活躍する内外の研究者をお呼びして年2回ずつ講演をお願いしてきました。これまでに講演していただいた27人の方々はほんとうに多彩で、それぞれの方が到達した高みからの世の中の見え方を聞き手が体験できる貴重な時間を編み出していただけてきました。今回、最近の講演から3点を取り上げ、その概要ならびに聴講者の感想をまとめて紹介します。

第24回高畑勲氏の講演「描かれた顔—日本の伝統と現代—」については、顔学会前会長・香原志勢先生より、その内容についても読むだけでよくわかる解説とコメントをいただきました。雰囲気味わっていただければと思います。

第25回はMITメディア・ラボの石井裕氏による「デジタル情報に直接触れて操作できるインターフェイスのデザイン」と題された講演でした。話のスピードが速いので、同じ1時間半でも普通の人の3時間分はあろうかという内容が盛り込まれていたように思います。しかも実際にデザインされたもののスライドを見ながら聞くとこころに醍醐味がある講演でしたので、この紹介を見て興味をもたれた方は下記までご連絡下さい。講演の記録ビデオ他資料が配布可能です。

第26回「情報はひとりじゃいられない～「知」と「遊び」のための編集工学～」は、千夜一冊やISISで著名な編集工学研究所所長松岡正剛氏に講演をお願いしました。石井氏の仕事もそうですが、松岡氏の編集も生き物で、講演を通して聞き手の目の前に松岡氏の「情報観」が立ち現れてくる、その姿を見極めるのが楽しかった、と思います。松岡氏の講演は、ご希望の方には音声のみの講演録を聴いていただくことができます。これも下記までご連絡下さい。

編集委員 三宅なほみ

資料に関する連絡先 IASAI事務室 小笠原富貴子

メール・アドレス：iasai-office@mng.chukyo-u.ac.jp

電話： 0565-46-1211

## 中京大学公開講座ソフトサインエスシリーズ第24回

### 「描かれた顔 —日本の伝統と現代—」

日時 : 平成16年9月30日(木) 15:00~16:30  
場所 : 名古屋市科学館サイエンスホール  
講演者 : 高畑 勲氏(アニメーション映画監督)

以下が高畑監督の講演要旨である。

—————\*—————\*—————\*—————\*—————  
今日は、日本の歴史伝統の中に息づいてきた、描線だけで描かれた顔には、その裏に作者が伝えようとした意図を見るものに対して強く訴求する力があること、またこれが、私にとってアニメーション映画を生み出す時の基本的な姿勢であることを、事例をたくさん交えながらお話しようと思います。

この線描で描くことと極めて対照的なことですが、西欧のカリカチュアでは、「実体化」、「人形化」とでもいうべき伝統があります。しかし極めて意外なことですが、このようなリアルを追求すればするほど見るもののイマジネーションを生かしてくれなくなるのです。その証拠を一つお見せします。日本の天才の一人、山藤章二氏の一連の作品(写楽風のフランキー堺、ロートレック風ブッシュ)の基本は線描です。これらの山藤作品と西欧のものを見比べていただくと、その表現力、訴求力における差異は明らかではないでしょうか。このような線描という抑制された控えめな表現が見る者のイマジネーションを強くかき立ててくれるのです。

この日本の顔表現の伝統を、歴史を遡っていくつかがご紹介しましょう。「花園天皇像」(藤原豪信作、14世紀)では、見るものにこの花園天皇の人間味あふれる人物像に対する豊かなイマジネーションが湧き上がってくるでしょう。肉厚でふてぶてしい面持ちの「平清盛」像には、いささか贅沢の過ぎた生活感・人物像が見えてきますし、これで自らの慢心を戒めたとされる「家康」像には、巷間伝えられている大政治家的イメージとはかけ離れた細心な姿が見えてきます。「一休」像は、私は大好きな作品なのですが、一休禅師の心のひだまでその表情に描かれています。(写真は、秀吉像と講演中の高畑監督)

このことは、フィクション画でも同様であります。セルアニメにしても、彩色していますが、基本は線描であります。そして、線描と色面を組み合わせただけの表現は決して平面的とは限らないのです。そしてまた、日本人と西欧人の顔に対する認識の基本的な違い、もしくは彫りの深さなど、顔立ちの違いがこのような文化の決定的違いを生んでいるのだと思います。

最後になりましたが、ご関心のある方には、拙著「12世紀のアニメーション」(徳間書店)でも今日のお話を書いていますし、もっとたくさんの絵画資料も載せていますので、ぜひ参考にしてください。そして、「じゃりん子チエ」(1981年ジブリ作品)のひらめちゃんの(鼻は点描でしかないのに)表情豊かな顔を、「ホーホケキョとなりの山田君」(1999年ジブリ作品)のお父さん(線描で描かれた)生活感あふれた顔を、そして「太陽の王子ホルスの大冒険」(1968年ジブリ作品)のホルスの凛々しい表情を、短時間ですがビデオでとくとご覧戴いて、控えめな顔表現の裏にある豊かな表現力を堪能して戴きたいと思います。(IASAI News 15号 pp22-23から一部再掲)

(文責 情報科学部教授・興水大和)



中京大学公開講座ソフト・サイエンスシリーズ第24回  
高畑 勲氏「描かれた顔 ―日本の伝統と現代」  
に関する発展的コメント

立教大学名誉教授・日本顔学会前会長  
香原 志勢

高畑勲氏の話はすこぶる示唆的かつ実質的であった。古今東西の美術に深い造詣のある氏は、講演に際しこれらの画像の映像を数多く用いて聴衆の理解を助けたが、今、講演を短報にまとめるにあたり、図抜きで紹介することに多大の困難を感じることを、あらかじめ読者各位に伝えておきたい。以下、氏の話の順序にしたがって述べよう。

1) ブッシュ氏のカリカチュア

話はブッシュ現大統領の顔の描き方で始まった。彼の仕事に異議を唱える人がその似顔を描く時、その耳を尖って大きく、眼や鼻を小さく、鼻の下を長く、両眼を狭く寄るように描く。これらはよく顔の部品の特徴を捉えているが、その似顔はブッシュ本人にはあまり似ていない。他方、山藤章二描く小泉首相と並ぶブッシュの鼻は小泉の鼻より低い。実際はブッシュの鼻のほうが高いのだが、全体としてはこのほうが2人の顔の感じをよく表している。

以上の話は世上よく云われる「西洋は分析的で、東洋は直観的」という一般的見方をみごとに裏書きしているといえよう。

2) 日本の伝統とカリカチュア

「伝統的に日本では描線だけで個々の人物の感じをよく出してきた。陰影は補助的にのみ使われた。それで本物の感じが強く出るが、それだけ毒は弱くなる」

「描かれた人物から独立したキャラクターとして、戯画そのものを存在させるのではなく、描かれた線画・戯画を通してその裏にある本物の人物を想像させるやり方は、日本の伝統的なものである」と氏はいう。

ここで例として、後鳥羽上皇や徳川家康など、幾人もの人物画について説明がなされたが、とくに花園天皇の線画は一見、簡素に見えても、よくよく見ると、その人物の高潔さが読みとれてくると氏は述べる。

3) 人間をとらえる時の日本人の考え方

西洋画では、陰影や色づけで単なる戯画でも実在を主張しはじめる。その点線画は本物のようには見えないうが、その裏にあるものを見て下さいと、いかにも慎しみ深げである。また、ベルグソンは「ポートレートより実物に似ているのはカリカチュアである」といっている。日本の絵でもカリカチュアとして高みに達したのは写楽であるが、あまりにも真をうがっていたので、歌舞伎役者にも購入者にもそっぽを向かれてしまった。

4) フィクション画でも考え方は同じ

これまで論じたのは実在の人間だが、フィクション、つまり絵巻物や屏風絵など、線と色絵で描かれたものについても同じことがいえる。ここでは顔の輪郭や皺などは線で描かれる。その点でセルアニメも同じことで、日本人はこれを楽に受け入れた。信貴山縁起絵巻や伴大納言絵詞などには驚く女の顔や落馬する人の顔などの一瞬の表情が描かれるが、こんなことは西洋画ではない。西洋ではつねに永遠を表すような顔が描かれる。日本人が得意にして来たものは、西洋画のような立体感や陰影ではなく、線と色絵による実感的なも



のの描写である、と氏はいう。

また、日本人は一定の個人でなく、ごく普通の人を主人公にしている。

#### 5) 線と色面による表現は〔平面的〕とは限らない

「線と色絵では平面しか表さないといわれがちだが、日本の伝統の中では、三次元表現を線と色面でみごとに表してきた歴史がある」と氏はいう。広重や北斎は東海道五十三次や縦長の江戸名所図絵で空間を広く使っており、19世紀のヨーロッパ人はこれを見て驚かされた。さらに12、3世紀の絵巻物、例えば信貴山縁起では、俵が空を飛ぶ様を僧が驚いて仰ぐ姿を上から見ているように描き、また病草紙では、男が糞をする様を女が覗き込む図はまさに立体的把握である。このような例は多々ある。

#### 6) 西洋ではなぜ陰影にこだわり、日本では線と色面の絵がずっと好まれたのか。それは顔の違いではないか

古代ローマでは陰影と緻密な部分を描くように努められたが、中世になると、表面的な絵になった。14世紀にルネッサンスが開くと、ジョットが陰影ある絵を描き、マンテーニャが短縮図法を用いた。ほかの文化圏ではそのようなことは見られず、図像を描くことを許さない宗教もあった。日本では桃山時代に宣教師が洋風画を入れたが、すぐ鎖国となり、江戸後期になって、中国経由で長崎に遠近法や陰影、立体法が伝えられ、司馬江漢や秋田蘭画がこれを試みた。北斎や広重などがこれらの影響を受け、とり入れたいものだけをとり入れ、受けた刺激を自らのものとして、基本は線と色絵のままにして、独創的なものを生んだ。

どうして西洋の美術は陰影にこだわり、日本はなぜ線と色絵を好み続けたのか。それは彼等の顔の違いによると氏は主張する。西洋人は彫りの深い顔をしている一方、日本人の顔は平面的である。

#### 7) 鳥獣的アナロジーか、福笑いか

前者は西洋、後者は日本。西洋では人間が墮落すると、魂を失って狼男や獣になる。人間と獣の間には一線が引かれる。日本では狐や狸が人間とつきあい、娘や和尚として長い間化けている。狐の嫁入りのように、二本脚で立っても、狐の顔をしている。

西洋では熊のプーさんもテディ・ベアも鼻づらである。ネコは比較的丸顔だが、ダヴィンチの描くネコは顔が尖がり、ネコらしくない。他方、日本のアニメやマンガでは、獣もとかく鼻づらでない。蘆雪の描く虎も丸顔である。日本の狒犬は平らな顔をしている。同じ動物を描く際も、日本人も西洋人も見慣れている顔に似せて獣の顔を描いてしまう。

#### 8) 顔というものに対する認識の差

日本人の顔は頬骨が出て、眼は前を向き、顔が平らで、その真中に鼻がちょこんといる。前から見た平面上の部品の配置と形によって互いに区別する。おかめ、点の目、八の字眉毛、愛嬌などで人間を区別する。それは西洋のギリシャの美の規準から外れている。

他方、西洋人の顔はじつによく動く。話す口のまわりの筋肉は活発に動く。イタリアのマフィアの怖い顔もたちまち八の字眉の情ない顔に変わる。またイタリアその他には中高の顔が見られるが、そういう顔は獣や鳥の顔を想い出させる。人相学はそういう動物の顔との類似からも生まれた。

西洋人の顔は真正面から見ると、鼻の高さを描き切れないので、やや斜めから見たようにして鼻を描くが、日本では庶民の顔は、鼻をちょこんと描くだけですむ。

ビゴーの描く日本人の顔は、鼻が西洋人のように高い。鼻は高いものだという先入感があるのだろう。逆に宮崎駿のアニメに出る西洋人の子の鼻は真中にちょこんとのっているだけである。

フランスの戯画家のキャビが日本で取材をした際、若い日本女性の、笑い、泣き、嬉しい、吐きたいの4種類の顔の表情をそれぞれ描いたが、それはほとんど同じものであった。つまり、日本人の表情はそれほど変化があるように見えないので、同じ絵が用いられた。

#### 9) 陰影や立体感の表現か、正面から見られる自由

日本の肖像画はほとんど前から捉えられているが、西洋人は斜め前から見た顔が描かれた。ただ例外は礼

拝や崇拜の対象なる顔で、これは正面から描かれる。そこで氏は主張する。「日本のマンガやアニメが、緻密で陰影のある絵や立体的な動きのある欧米のカートゥーンやアニメに先んじて、観客に強い感情をひきおこされる表現を獲得したのは、どの角度からでもカメラを向けて狙えるという自由さを獲得したからである」と。

以上が当日の講演の要旨で、やや長めに述べた。なお、興味ある方にぜひ奨めたいのは氏の著書の「十二世紀のアニメーション—国宝絵巻物に見る映画的・アニメ的なるもの」(徳間書店 1999)である。

ここで私からコメントすることとして、人間はせせら笑い、ウィンク、気まずいときなど、意図的表情を表す際は、顔は左右非対称に動く。哄笑、涕泣、恐怖など、情趣的気分の際の表情は左右対称になる。とくに宗教的行事や礼儀正しくする時の表情は完全に左右対称となり、体の動きも同様である。これは私のかねがねの主張であるが、本文中、礼拝や崇拜の対象となる顔は正面顔というのは、このことから説明できる。

日本人など、東アジアの人々が平らな顔をしているのは、その祖先が酷寒気候に適応したからで、平らな顔の方が冷却しにくい。平らな顔と精神の深みとは相関がない。

## 中京大学公開講座ソフトサイエンスシリーズ第25回

### 「デジタル情報に直接触れて操作できるインターフェイスのデザイン」

日 時 : 2005年5月25日(水) 15:00~16:30  
場 所 : 名古屋市科学館サイエンスホール  
講演者 : 石井 裕氏 (マサチューセッツ工科大学教授)

石井裕氏は、満員の聴衆を相手に、「新し」くて、「一言で説明でき」て、しかも「人を引き付けてはなさない」デザインの実例をテンポ良く次々と繰り出し、一時間半の講演を全く飽きさせずに駆け抜けた。内容は、氏のHomepage<http://web.media.mit.edu/~ishii/>を見ていただくか、公演の記録ビデオがあるのでそちらをごらんいただきたい。聞き手には学部学生から企業デザインのプロまでさまざまな人が混じっていたが、それぞれが「次の仕事」のヒントを貰えたのではないか。その一端を次ページ以降の報告でごらんいただきたい。

石井氏はマサチューセッツ工科大学という精鋭の集まる職場で終身在職権(テニユア)を獲得し、今も日本の企業をはじめとして多くの現場で仕事をしている。その基本コンセプトは「身の回りのモノに意味を付与して情報を実体化する」こと。「直接触れて操作できる」 tangibleなインターフェイスが彼の主張である。

彼が研究領域とするユーザー・インターフェイス(UI)分野では十数年前からグラフィカルUI、つまり情報を操作するためにはマウスやキーボードを使って画面上にでてくるものを間接的に操作するやり方がいまだに主流である。石井氏はこのやり方に真っ向から反対する。手で直接触れるものを通して、しかもひとりではなくたくさんの人たちが一緒に操作できるインターフェイスを実現して見せた。

氏の作品はどれも見事なまでに美しい。時折柔らかに色を変えることによって、株価の変動など情報の変化を伝えるボール、Smart Orb。鯉が泳ぐ池や稲妻の走る空に見立てられた卓球台Ping-Pong Plusでは、球が当たるとその位置から散らばるように台上の図柄が走る。こうすると卓球が、相手を打ち負かすゲームではなく、鯉をうまく泳がせる協調型のゲームになる。蓋の開け方で交響曲の即興演奏も可能なMusic Bottlesは、彼が自身の母親に捧げたオマージュだとの説明があり、その透明なやわらかさは、あれだけ aggressiveな講演のなかで人の心を打った。さらに最近、彼のところでPh.D.を取った日本人学生Kimiko Ryokaiによる自然物の色と動きをそのまま写し取るI/O Brushは、そのアイデアのシンプルさ、I/Oとしての活用度、実際使った子どもたちの反応などに加えて、「自然物とデザインとの関係についての石井哲学」に味付けされて、聴衆をいやでもいろいろ考えさせ、ぞくぞくさせる楽しさを持っていた。石井氏の人を見る目と技術力の融合に、参加者全員が協創力を掘り起こされた講演だった。



石井 裕氏

(文責 情報科学部教授・三宅なほみ)

中京大学公開講座ソフト・サイエンスシリーズ第25回

石井 裕氏

「デジタル情報に直接触れて操作できるインタフェースのデザイン」  
に関する発展的コメント

(株) デンソー  
松井 秀樹  
玉津 幸政  
高橋 輝

去る5月25日、弊社の社員数人で名古屋市科学館に「出張」し、中京大学公開講座ソフトサイエンスシリーズ第25回「デジタル情報に直接触れて操作できるインタフェースのデザイン」を聴講させていただきました。すばらしい講演で帰社後もこの話題で盛り上がり、その後のそれぞれの実務にも良い影響を与えていただいたと思います。ささやかですが御礼かたがた、自身を含めて主な参加者の感想をとりまとめてみました(高橋)。

<デザイン室 松井秀樹(デザイナー)>

非常に内容が多い講演でした。

独創(未来は予測するものではなく発明するもの: Alan Kay)、協創(従来の縦割りの学際アプローチでなく、ひとりの人間がいくつもの範囲をカバーする/視点の共有・アトリエ的な活動が重要)、さらには競創、という言葉が刺激的でした。「出すぎた杭は誰も打たない、後は自分を信じることと若干の友人」という言葉と併せ、強く前向きなエネルギーを感じさせられました。

テニューア(終身在職権)になるための壁として、“パイオニアとして新分野を開拓すること”、“表層的でなく広く繋がっていく内容であるかが問われる”、を挙げられており、アメリカの一流大学における研究者の強さを例としながら、デザイナーとして我々が創り出すべきものについても考えさせられました。

Tangible Bitsそのものについては、「デジタル情報に物理的な実態を与えることで、人間の持つ『物理世界を認知操作する能力』をデジタル情報に対しても活かすこと」と理解でき、認識を固めることができました。

帰社後さっそく、講演骨子と関連ホームページの情報を、職場内に展開しました。

<統合システム開発部 玉津幸政(車両前方監視のセンサ及びシステムアプリ開発)>

技術の内容も素晴らしいが、MITでテニューア(終身在職権)を授与されるほど優れた先生のポリシー・考えを伺うことが出来て非常に感銘を受けた。とても簡単には書き表すことができず、体感が重要な講演だったと思う。

研究のドライブに大切として挙げられた、以下3つのポイントに共感した。自分で従事している技術開発でも実践に心がけたい。

- ① 一言でコアアイデアを表し覚えてもらえるネーミング
- ② 楽しい・わかりやすい実演
- ③ 説得力のある実世界への応用

また以下のキーワードについて、深い認識に特に感銘を受け、記憶に残る示唆を得られた。

- ・独創：違っているだけではなく価値が必要
- ・協創：アート、科学、企業とのコラボレーション、とても1つの分野でやっていけない

その中で、想像、実現、批評、熟考、反復をおこなう

ウォーターフローでかける未来などあるわけがない

・競創：競争の中でどのようにパイオニアとして創造するか

「出すぎた杭は誰も打てない」自分のやっていることを信じる力

(先生は物理環境を”身体”と”デジタル”で考えたかった)

タンジブルビット自体についても、思いのこもった言葉からその狙いをうかがうことができ、貴重な機会となった。

- ・ボードをなんとかしたい。デジタルと物理、潮の満ち引きのタイドプール。
- ・オリジンはやっぱりソロバン。フィジカルな玉で表現、触れる。また何が出来るかが自明でアフォーダンス性が優れている。マニュアルもいらない。トランスペアランス。
- ・想像、創造したものを外化(羽化)しないとイケない、いかに手を用いるか。
- ・昔の人の設計道具にデジタルのGUIはなりうるか。GUIからTUIへ。GUIで世界を表現できるか。
- ・アンビエントな情報を用いて、アテンションマネジメントをしたい。いかに周辺と中心をマネジメントするか、自然は風とかで包み込んでくれる。
- ・携帯1つで何でもというが、メニューを上ったり、ブートしたり、立ち上げたりジェネラルパーパスの限界がある。時計は見るだけ。
- ・何をデザインしているのといわれたら、かけると何かが見えてくるコンセプトチャルなメガネをデザインしていると答える。

<技術企画部 高橋 輝(横串ないし中長期にわたる研究開発テーマの企画)>

話したいことが多くて早口な人というものを、これまでも社内外でたくさん見てきたつもりでしたが、そんな既成概念を打ち砕かれた時間でした。

ひょっとして生き急がれているのではないかと怖れを感じるほどの勢いでありながら、ツボを押さえてわかりやすいお話であり、快い余韻と共に多量の元気をいただいた感覚もあって、自分の体験の中では最高の講演でありました。

削ぎ込まれた資料、深い認識に支えられた言葉の「つぶて」感、トーク商売の人でも噛んでしまうのではないかと思われるような速さ、いずれも一流というのはこういうものかと感銘を受けるとともに、わずかにしかできなくても自分なりに見習いたいことについて、いろいろ考えさせられました。

私たち自動車部品業界においても近年、デジタル情報が示す本質をもっと体感的に捉え扱えるようにできないか、ということに関心が高まっています。そんな折にこの講演を聴講することができ、デザイナー・研究者・技術者とともに参加することで、多様な実務者が刺激を共有できる絶好の機会をいただいたと感謝しております。

元祖から直に、臨場感を持って、ということが効きました。私がそうであるように、参加させていただいた人間の頭の中には、石井先生のエネルギーな印象が今も反響し続けていることと思います。

## 中京大学公開講座ソフトサイエンスシリーズ第26回

### 「情報はひとりじゃいられない ～「知」と「遊び」のための編集工学～」

日 時 : 2005年10月5日(水) 15:00～16:30  
場 所 : 名古屋市科学館サイエンスホール  
講演者 : 松岡 正剛氏 (編集工学研究所長・ISIS編集学校長)

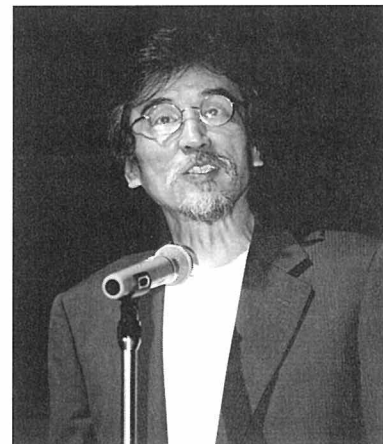
松岡正剛氏の仕事はなかなか一言で言い表すのは難しい。雑誌『遊』の編集長、NTT情報文化フォーラム座長、編集工学研究所所長、ISIS編集学校校長、などその活動の経緯は多岐にわたっている。この活躍を可能にしているのが氏の特筆すべき「編集の技」であるのは間違いない。ところが氏によれば、「誰もが情報を“編集”している」、あるいは「しなければならない」場におかれている。松岡氏が提唱する「編集工学」は情報をより上手く操る技法であり、情報社会を生きる我々にとって必須の教養ともいえる。

「情報はひとりじゃいられない」という本講座のタイトルには、我々が情報として知覚しているものが全て編集を経たものであり、ものは編集があって初めて「情報」として我々の意識に立ち昇ってくるという意味がこめられていた。人ともとの対峙の仕方そのものが編集の出発点であり、編集を経てはじめてものは他のものとも関係付けられて、発信者にとっても受け手にとっても意味を持つ。したがって情報の在り様は一つではなく、編集の仕方次第でうつろい、編集の仕方が変わるとつれて新たな表情を次々と見せるだろう。

例えば、「プランニング編集術」という本の序章で松岡氏は、氏が手がけた最初の「編集」の例として、2つの会社の製品を併置して関連付けて、どちらの会社にとっても関連付けられたことによって付加価値があるような広告をデザインする、という手法を上げておられる。航空会社と化粧品会社、洋酒と菓子など、組み合わせられた「後」であれば、受け取った人誰もがそういう組み合わせは「あり」だと思いうように関連付ける。飛行機と高級化粧品なら両方とも「よそゆき」として関連付けられる。松岡氏は「稼ぐ」必要がある状況でこの技を磨いたそうだが、これは興奮する作業だったろう。これが学習タスクとして機能するかどうかは、どの程度の割合で組み合わせが成功し実際儲かるか、という成功体験率にかかっている(成功率が低いと学習にならない)。氏によると、2年間の研鑽で最後には勝率7割とのことなので、これは松岡氏にとって素晴らしい自己学習管理だったことが分かるのだが、我々としてはもっとゆっくり、始めるべきなのだろう。幸いいまでは、ISISという松岡氏が校長を務める「学習環境」が、最初は成功率の低い個人でも支えてくれる。講演では、このような松岡氏の遊び心に満ちた様々な仕事が、氏の独特の語り口で次々と紹介された。

松岡氏がここ四年ほど続けてこられたウェブ上で千冊の本をおよそ毎夜一冊ずつ取り上げる試み「千夜千冊」はついに達成されたが、これは現在もお継続されている。講演では、そこで繰り広げられてはいたが必ずしも表に見えていなかった、本と本とを関連付けた巨大な空間地図を「見せる」仕事も垣間見せていただくことができ、聴衆にとっては大きな収穫だった。情報社会を生きる我々にとって、たくさんの示唆に富む講演であった。

(文責 情報科学部教授・三宅なほみ)



松岡 正剛氏

中京大学公開講座ソフト・サイエンスシリーズ第26回

松岡 正剛氏

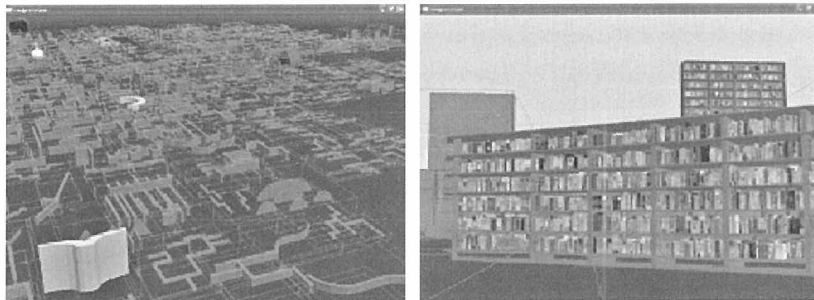
「情報はひとりじゃいけない～「知」と「遊び」のための編集工学～」  
に関する発展的コメント

(独) 科学技術振興機構 研究員

田中 真一

### 図書街プロジェクトについて思うこと

図書街プロジェクトは(独) 情報通信研究機構(NICT) 支援のもと、松岡正剛氏が中心となって進められている研究開発プロジェクトである。本プロジェクトは松岡氏の言によれば「書物をもう一度情報の単位に戻し、「(本棚に) 書物を置いた配列や、本棚自体に都市性を持たせる」ということであり、数百万冊の本を収めた仮想的な都市空間「図書街」をコンピュータの中に構築することを目的としている。この都市は現実の都市のようにエリア、ゾーン、大通り、路地、広場、仲見世、袋小路といった多様な、しかしよく知られた構造を持ち、利用者はその都市の中を自在にウォークスルーすることができる。本を納める書棚は場所(トポス)の情報をもち、さらに文脈に応じた色や形を持つ(ギリシャ、ローマに関する本はパルテノン神殿を模した書棚に納められる、など)という風に、街のその在り様からして、都市論的に言うところの、都市が本来持つマルチメディア性をさらに強力に推し進めたものとなっている。



街並みの俯瞰画像と書棚の様子(画像は開発途中のもの)

図書街では、利用者は街並みの様子といった場所的な情報を元にした本へのアプローチが可能となり、その本へと至る過程は身体的な記憶として記憶されることになる。余談ではあるが、氏の作成された一連のNTTグループのコマーシャルの一つ、「図書館篇」(1992年)で提示されたコンセプトがこの図書街プロジェクトにも色濃く受け継がれているように見受けられ、氏ならではの本に対する情熱が窺い知れる。当時は到底実現不可能だった仮想的な超・図書空間が、コンピュータの処理能力の向上に伴ってようやく実現できる目処が立った、ということなのだろう。

数百万冊、と聞いてもついでピンと来ないが、日本書籍出版協会の『日本書籍総目録』によると、現在我が国で出版されている入手可能な書籍数が約65万冊というから、その規模が伺い知れるというものである。これが最終的には1冊1冊の本に書誌カードが付けられ、著者・出版年・目次・要旨、そして書評までも付くというのであるから、大変なことである。氏の「千夜千冊」の仕事にも圧倒されたが、さらにその上を行くスケールである。街のデザインの根幹をなす書棚の配置、書棚への本の分類は大変な手間と労

力が予想されるが、既に60万冊分の暫定的な配置が終わっているのだそうだ。オンライン書籍販売大手のアマゾンのウェブサイトを、著者、出版年、目次といった書籍情報を得るためのデータベースとして便利に使っている方も多いと思うが、一方でアマゾンの書籍分類ディレクトリ（カテゴリー）は、それ程には便利ではない。大規模な情報分類・検索という問題に対して、場所的な情報と身体的な記憶を利用するという図書館の提示するインターフェイスは大変興味深い。

ところで最近ウェブを利用する際のツールとして、ソーシャルブックマークというものが注目されている。ブラウザに備えられているブックマーク機能に社会性を加えたもので、ウェブ上のコンテンツに対して利用者が独自にタグ付けし、好きなように分類したうえで、利用者間でそれらを公開・共有できるサービスである。皆（folks）で分類（taxonomy）することから、Folksonomy（フォルクソノミー）とも表現される。また、誰でも簡単にウェブページを編集できるWiki技術に依拠した、ウェブ上の百科事典であるWikipedia（ウィキペディア）は、既にウェブ上での情報源の定番としての地位を確立した感がある。これらのサービスは利用者の「知」を集集しているという共通点があり、全体では個人の手には負えない規模の仕事を、個々人が分散して行っているのが特徴である。その点において、松岡氏が中心となって強力に「編集」している図書館プロジェクトとは逆のアプローチであるが、まずは氏の比類なき編集力によって構築された図書館を存分に見てみたい、歩き回ってみたい、と思うのは私だけではあるまい。その上で、各利用者が自分専用の書棚を持ち、各々の文脈に応じた「編集」を行い、その成果物を公開・共有できることが期待されるのではないだろうか。

折しも2005年はIT業界ではWeb2.0というキーワードが注目を浴びた年であった。その本質はAPI（アプリケーション・プログラミング・インターフェイス）の公開を通じたデータのさらなる有効利用であり、個々の利用者に近い部分で起こるチープ革命による新たなサービスの創出だと言われている。松岡氏が以前より編集工学を通して主張されていることであるが、ウェブの世界でもようやく、これまで彼岸（there）にあったデータを、此岸（here）に取り込み、自在に「編集」できることこそが肝心と認知されつつある、とも言えるだろう。最近の情報科学の分野では、大規模なテキストデータとまともに向き合うための技術、例えば検索技術、テキストマイニングといった分野の進歩が著しく、まさに道具立ては揃いつつあるという感がある。

松岡氏はかつて『知の編集工学』（2001年）のあとがきで「いまのところインターネットは編集以前のしろものである」といささか失望気味に述べておられたが、その状況にもようやく変化の兆しが訪れようとしているのではないだろうか。もし図書館プロジェクトにWeb2.0的な切り口が備わったら、と想像すると、非常にエキサイティングである。



## 株式会社デンソーとの研究交流会報告

2005年12月15日、株式会社デンソーと人工知能高等研究所との研究交流会が以下のように開催された。3月に続く2回目の機会となり、双方の組織的活動について相互理解が一層深まった。

今後このような交流の場で、参加者のニーズ・シーズについて具体的な意見交換を一層行いやすく工夫し、さらに新しい研究テーマを見出してゆくことが期待されている。

日 時 : 2005年12月15日 (火) 14:15~17:10  
場 所 : デンソー本社 (ギャラリーおよび教育センター287室)

### 記

- 1) ギャラリー見学 14:10~15:20  
会社紹介映画、展示見学
- 2) 挨拶 15:30~15:40  
(株)デンソー 技術企画部 技術企画室長 水野 哲哉 氏  
人工知能高等研究所所長 田村浩一郎 教授
- 3) 大学紹介 情報科学部長 輿水 大和 教授 15:40~15:50
- 4) 講 演: 情報科学部 田中 穂積 教授 15:50~16:10  
テーマ「ロボットとの会話 —Computational Robotics—」
- 5) (株)デンソー 技術開発組織の紹介 16:10~16:20  
技術企画部 技術企画室長 水野 哲哉 氏
- 6) 講 演: デンソー デザイン室・技術企画室 16:20~16:50  
テーマ「最近のHMI先行開発・提案事例から」
- 7) 質疑応答 16:50~17:10

以上

## 第106回 情報科学部コロキウム

日時 : 2005年6月21日 (火) 15:00~17:00  
場所 : ヤマテホール  
講演者 : Dr. Susan Blackmore (フリーライター/西イングランド大学講師)  
主な著書: ミーム・マシーンとしての私 (草思社)  
題目 : 「The Evolution of Meme Machines」  
講演概要 :

We humans are meme machines. So are printers, telephones, computers and web servers. According to the theory of memetics, all these machines were designed by memetic evolution.

Memes are habits, skills, ideas, technologies, and stories, that are copied from person to person, or from person to artefacts. In other words, all of culture is memes. Like genes, memes are selfish replicators; they are information that is copied with variation and selection. This means that they evolve for their own benefit, regardless of their effect on the humans who copy them, or on the species, or on the planet.

I shall outline the implications of memetics for understanding human evolution, including the origins of language, religion, art and technology. Information technology is now being designed by memetic evolution. The internet and the world wide web are inevitable consequences of the co-evolution between replicators and their replicating machinery.

What will happen now? The process is not under our control and we cannot make accurate predictions. Nevertheless, by understanding the processes involved we may better be able to cope with being meme machines in a fast changing and ever more connected world.

---

## 第107回 情報科学部コロキウム

日時 : 2005年10月26日 (水) 18:00~  
場所 : 情報科学部メディア棟1F多目的スタジオ  
講演者 : ジェフリー・ストーレット 博士 (オレゴン大学教授)  
題目 : 「Performance, Metaphor and Data Mapping Strategies」  
講演概要 :

オルタナティブなインターフェイスの使用は、演奏者の大胆な挑戦を可能にするーシンセモジュールと2台の赤外線MIDIコントローラ+MIDIペダル、MAXプログラムを使用した自作「Tokyo Lick」。

“アルゴリズム・フィリップping” というコンセプトをもつ、この作品を通じて、そのテクニクと思想を語る。

## 第108回 情報科学部コロキウム

日時 : 2005年11月11日 (金) 16:30~17:30  
場所 : 中京大学豊田学舎21号館 2111教室  
講演者 : 今井 四郎 氏 (北海道大学名誉教授)  
題目 : 「研究に対する態度・方略とパターン認知研究の流れ」  
講演概要 :

私は研究対象として「誰でも・いつでも・どこでも」経験する心理現象を選んできました。パターン認知の研究もその1つです。私は、他人と競合する研究を避け、独自の考えで、ゆっくりと研究してきました。私は研究を容易にするために研究の単純化を図り、その1つ、白黒楕円を並べた楕円パターンを考案し、楕円パターンに限定された世界を考えております。そして、パターン認知を個別パターンの認知およびパターン対間の相対的認知について研究することにし、パターンの良き認知および類似性認知の研究を行いました。このように単純化して、パターン認知の基本的問題を理論的・実験的に研究した結果、幸運にも、パターン認知の変換構造説を世に出すことができました。

現在は、幾何学の合同概念、変換によるパターン認知、それから、幾何学的錯視の定義・分類体系の間に一連の関係が存在すると考えております。

以上を背景にして、掲げたタイトルで私がどのように考え、なぜ迷い、いかに解決したか、研究の流れの概要をお話したいと考えております。

### 第3回 生命システム工学部コロキウム

日時 : 2005年10月19日(水) 13:00~14:30  
場所 : 人工知能高等研究所1F会議室  
講演者 : 彼末 一之氏(早稲田大学スポーツ科学学術院教授)  
題目 : 「ホメオスタシス調節系における適応戦略」  
講演概要 :

工学者としての専門知識や技術を生かして健康医科学の発展に貢献してこられた彼末先生に、工・医・スポーツという幅広い分野におけるご実績の中から、ホメオスタシスの維持・調整についてご講演いただきます。その内容は・・・

ヒトが生きてゆくためにはホメオスタシス維持が不可欠だが、一概にホメオスタシス維持といっても体液量、浸透圧、体温、pH、塩分濃度等、様々な量を調節しなければならない。そのために、例えば高環境温下で運動しようとするれば、体温維持に汗を出さねばならず、そうすると体液量は減少、浸透圧は上がってしまう、というように、生体が直面する状況によっては複数の調節系の間で競合が起こる。我々の体がこの問題にどのように対処して生命を維持しているかという生命維持機構の巧妙さを紹介する。

---

### 第4回 生命システム工学部コロキウム

日時 : 2005年11月16日(水) 13:00~14:30  
場所 : 人工知能高等研究所1F会議室  
講演者 : 石井 克哉教授(名古屋大学情報連携基盤センター)  
題目 : 「流体シミュレーションにおける差分スキーム」  
講演概要 :

流体のさまざまな現象は、機械工学、気象学、化学工学、医療工学など多くの分野で重要な役割を果たし、その解明や制御のための研究は数多くなされている。しかし、実験や観測ですべての量を測定するのは困難であるため、大型計算機を使った数値的研究は、現在、流体減少の研究の中で大きな割合を占めている。流体の基礎方程式は非線形であり、空間的にも時間的にも、小さなスケールから大きなスケールの現象が相互作用することが本質的である。このため、流体シミュレーションのためには、さまざまな数値計算法が提案されている。本講演では、流体の数値計算で用いられる計算方法を、差分法を中心に紹介する。

## ● 研究所員一覧

■ 名誉所員	戸田 正直	福村 晃夫		
■ 情報科学部 情報科学科	川端 信男 秦野 甯世 ラシキア 城治 清水 優	山本 真司 興水 大和 中山 晶 青木 公也	田村 浩一郎 嶋田 晋 濱川 礼 藤原 孝幸	飯田 三郎 伊藤 秀昭 鈴木 常彦
認知科学科	木村 泉 三宅 なほみ 小笠原 秀美	筧 一彦 白井 英俊 土屋 孝文	田中 穂積 諏訪 正樹 白水 始	三宅 芳雄 高橋 和弘
メディア科学科	棚橋 純一 カール・ストーン 磯 直行 曾我部 哲也	幸村 真佐男 宮田 義郎 上芝 智裕 林 桃子	伊藤 誠 大泉 和文 山田 雅之	興膳 生二郎 宮崎 慎也 遠藤 守
■ 生命システム工学部 身体システム工学科	鳥脇 純一郎 井口 弘和 矢内 利政 王 建国 平名 計在 土居 隆宏 渡辺 恵人	舟橋 康行 長谷川 明生 目加田 慶人 森島 昭男 加納 政芳 稲葉 洋 針本 哲宏	荒木 和男 種田 行男 深津 鋼次 石原 彰人 王 軍虎 宮阪 健夫	長谷川 純一 野浪 亨 A.S.ヌグロホ 瀧 剛志 西井 匠 山根 基
■ 体育学部	猪俣 公宏	北川 薫	桜井 伸二	
■ 情報科学研究科 通信教育課程	野田 耕平			
■ 愛知学院大学	稲垣 充廣			
■ 愛知淑徳大学	川澄 未来子			
■ 香川大学	林 純一郎			
■ 椋山女学園大学	長谷 博子			
■ 名古屋大学	林 雄一郎			
■ (株)デンソー	高橋 輝	深谷 直樹	神谷 玲朗	名木山 景
■ 三洋電機(株)	柴 肇			
■ 大宏電機(株)	渡辺 隆	高木 和則	草野 洸	
■ SKEN	鈴木 健志			
■ 早稲田大学WABOT-HOUSE研究所	富永 将史			
■ 共立工業(株)	田畑 裕康			
■ (株)ロゼフテクノロジー	沼田 宗敏			
■ (株)リフレクション	山崎 浄			
■ (有)エイチ・エー・エル	伊藤 一郎			
■ (株)ナノウェイヴ	笹谷 俊明			
■ 余語陶器(株)	余語 大輔			
■ 岡山県工業技術センター	藤原 久永			
■ 研究員	村井 和昌			
■ 科学技術振興機構	落合 弘之	田中 真一	青木 淳	浅岡 浩子
■ 準研究員	山足 和彦 伊藤 智恵 志賀 要 中村 嘉彦	荻野 雅敏 土屋 衛治郎 遠山 紗矢香	湯浅 且敏 能登 剛史 上谷 佳誉	山中 佑也 喜田村 次郎 原田 実

## ● 歴代所長

初代	戸田 正直	(1991.4.1～1998.3.31)
2代	田村 浩一郎	(1998.4.1～現在)

〈編集後記〉

中京大学 情報科学部はこの4月に学部名を変更して情報理工学部になります。情報科学部から発刊する最後のIASAI Newsとして、本号では情報科学部の「人気商品」でもあったソフトサイエンスシリーズ最近3回の様子をお伝えする特集記事を組みました。講演はやはり「講演」として聴いてみたいと改めて思われるような記事になったかと思います。IASAI Newsもweb版との融合などマルチメディアな出版物として新しい形に変身してゆく時期が来ているのかもしれません。

もう一つの特集は、生命システム工学部の若手の先生たちの研究紹介です。ご覧のとおりテーマもアプローチも多岐にわたり、これから延びていこうとする方向もいろいろな可能性を感じさせてくれます。もっと詳しく内容を知りたいなどのご希望がありましたら、これも発行元までご連絡いただければと思います。なおこの部分の取りまとめには生命システム工学部長長谷川純一先生にご協力いただきました。

次回は新しい学部から、また新しい内容をお届けしたいと思います。今後の特集などについてのご希望やご意見もお寄せいただければ幸いです。

2006年2月

編集担当 三宅 なほみ  
白水 始

★★★ 人工知能高等研究所のWWWページのご案内 ★★★

アドレス <http://www.cglab.sccs.chukyo-u.ac.jp/IASAI/index.html>

☆☆☆ 中京大学のWWWページのご案内 ☆☆☆

アドレス <http://www.chukyo-u.ac.jp/>

---

IASAI NEWS 第17号 2006年3月1日発行

---

- 発行・編集 中京大学 人工知能高等研究所  
〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立101 ☎(0565)46-1211 (代表)
  - 印刷 ニッコアイエム株式会社  
〒460-0024 名古屋市中区正木1-13-19
- 

本誌記事の無断転載を禁じます。

© 2006 中京大学 人工知能高等研究所