

かたちシューレ×統計数理研究所  
「2015年度 数学協働プログラム採択  
ワークショップ」

予稿集



主催:

福井大学 COC 事業

「国際的視点に立った福井県における高大連携数理教育の検討と実践」

福井大学大学院工学研究科プロジェクト研究センター

「数理科学と生体医工学・産業との連携による数学イノベーションの推進エンタプライズ」

共催:

形の科学会

お問い合わせ先:

福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻 高田 宗樹

〒910-8507 福井市文京3-9-1

TEL & FAX: 0776-27-8795

E-mail: takada@u-fukui.ac.jp

12月21日(月)

かたちシュレー

[主催]形の科学会、[共催]数学協働プログラム  
場所: 芦原温泉 まつや千千 会議室

15:00	移動		福井大学集合
16:00	高田宗樹	開式の辞	新しい「かたちの科学」が目指すもの
	森 袖樹	福井大学・工	アルコール摂取時における小脳表面の脳血流変化
	飯田 大介	福井大学・工	NIRSを用いた剣道の攻め入れ時における前頭前野の脳血流の計測
	西畑 大輔	福井大学・工	剣道の身体運動時における筋電解析
	棚橋 玄之介	福井大学・工	社会性昆虫を用いた群知能によるクラスタリング
	沓名健一郎	福井大学・工	
16:55-17:10	休憩		
17:10-17:30	吉野 隆	東洋大	放散虫 Pantanellium の外殻構造の多様性 - Turing Pattern からのアプローチ
	[共催]数学協働プログラム・ウェアラブル機器によって得られた医療ビッグデータを利活用するための数理モデルの開発		
17:30-17:50	木下文也	名古屋大学・情報	アップルWatchを用いた医療ビッグデータを利活用するための研究提案
17:50-18:10	杉浦明弘	岐阜医療科学大学・放射線	医療クラウドの現状とビッグデータによる画像診断領域の展望
18:10-18:30	松浦康之	Prince of Songkla 大学・人文社会	ウェアラブル機器を用いた健康管理の現状と今後の展望
18:30-19:30	<フリーディスカッション>		
19:30-21:00	懇親会		

12月22日(火)

次世代プロジェクト講演会

[主催]数理解科学と生体医工学・産業との連携による数学イノベーションの推進エンタプライズ、神経ネットワーク研究プロジェクト、福井大学COC事業、[共催]数学協働プログラム  
場所: 福井大学文京キャンパス・アカデミックホール

「細胞システムの理解と制御にむけた幾何学的方法の検討」ワークショップ

9:40-10:00	(運営委員会)		
午前			
10:00-10:10	小西慶幸		開式の辞
10:10-10:30	小西慶幸	福井大学・工	分岐神経軸索の形態制御システム
10:30-10:50	堤弘次	北里大学・理	がん細胞の運動制御システムの数理解科学的理解に向けて
10:50-11:10	藤田聡	福井大学・工	微細ファイバーを用いた細胞遊走挙動の解析と制御
11:10-11:25	(休憩)		
11:25-12:05	御橋広真	名古屋大学・名誉教授	細胞内の運動の分子レベルのベクトル法則/細胞形態変化(幾何学)
12:05-12:25	<ポスタービューイング>		
P1	柵木明	福井大学・工	緩やかな傾斜での重心動揺計測一年齢比較
P2	溝渕礼雄	福井大学・工	Kinect V2を用いた剣道教育支援システムに関する研究
P3	山形洗二	福井大学・工	眼球心臓反射で生じる心拍とストレス指標の時間変化に対する評価
P4	森袖樹	福井大学・工	NIRSを用いた3Dゲーム機が脳血流量に及ぼす影響の検討
P5	衛藤拓也	福井大学・工	タブレットPCを用いた読書時の脳血流量変化に関する研究
P6	館山圭輔・津町諒大	福井大学・工	運動負荷が胃電図に及ぼす影響
P7	今枝卓也	福井大学・工	筋活動低下を伴わないREM睡眠(RWA)の量的評価の検討
P8	岸下知樹	福井大学・工	カオスを用いた群ロボットの振舞い
P9	佐藤祐紀	福井大学・工	テニス指導支援システムへの応用するための身体運動計測の検討
P10	金森 啓一郎	福井大学・工	シングルファイバーを用いた癌細胞浸潤現象の解析
P11	早水 亮貴	福井大学・工	カドヘリン固定化ファイバー上での細胞遊走挙動の解析
P12	池野 龍輝	福井大学・工	分岐軸索の退縮を制御するアクチン制御シグナルの解析
12:25-13:25	(休憩:昼食)		
午後			
13:25-13:45	松浦執	東京学芸大学	糸状菌コロニーのパターン選択則のモデル化の研究
13:45-14:05	高木隆司	東京農工大学・名誉教授	乱雑信号から秩序構造をどのように抽出するか
数学協働プログラム・ウェアラブル機器によって得られた医療ビッグデータを利活用するための数理モデルの開発 ワークショップ			
14:05-14:25	中野那津子	名古屋市立大学・医	睡眠医療ビッグデータを利活用する数理解科学に期待すること
14:25-14:40	(休憩)		
14:40-15:00	小森雄太	明治大学・政治制度研究センター	地方自治体による感染症への行政対応の実証研究-2009年新型インフルエンザを事例として-
15:20-15:40	五條理保	明治大学・政治制度研究センター	ウェアラブルデバイスを用いた高度産業人材の育成に関する基礎的研究
15:40-16:00	小田一之	インタークロス(株)	医療ビッグデータを利活用するベンチャー企業にできること
16:00-16:20	横山清子	名古屋市立大学・芸工	座面圧センサーで収集した呼吸情報による身体状態推定
16:20-16:35	(休憩)		
COC事業「国際的視点に立った福井県における高大連携数理教育の検討と実践」講演会			
16:35-16:55	吉野隆	東洋大学・理工	SSHの運営委員および高校への模擬授業の経験から考える数理教育の高大連携
16:55-17:10	高田宗樹	福井大学・工	雪国からの数理教材・閉会の辞
17:10-17:30	<フリーディスカッション>		
17:30-19:00	(運営委員会)		



1 日目 12/21 日(月)

- ・ かたちシューレ
- ・ 数学協働プログラム・「ウェアラブル機器によって得られた医療ビッグデータを活用するための数理モデルの開発」



# アルコール摂取時における小脳表面の脳血流変化

森柚樹<sup>1</sup> 木下史也<sup>2</sup> 高田宗樹<sup>1</sup>

1 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1  
2 名古屋大学大学院情報科学研究科情報システム学専攻〒464-8603 名古屋市千種区不老町

## Study of brain blood flow in cerebellum surface after Alcoholic Intake

E-mail: takada@u-fukui.ac.jp<sup>†</sup>

Numerical Analysis of Body Sway after Alcoholic Intake

Yuki Mori<sup>1</sup>, Fumiya Kinoshita<sup>2</sup>, Hiroki Takada<sup>1</sup>

Department of Human and Artificial Intelligent Systems,

Graduate School of Engineering, University of Fukui<sup>1</sup>

Department of information Engineering, Graduate School of

Information Science, Nagoya University<sup>2</sup>

**Abstract:** Centrostaltic cerebrum is suppressed with an increase of alcoholic intake. Symptoms such as a staggering gait and autonomic imbalance are observed as well as motor dysfunction. We herein focus on the effect of alcoholic intake upon our equilibrium function. In this study, brain blood flow was performed before/after the alcoholic intake and compared the results in two experimental conditions of alcoholic ingestion amount. Brain blood flow was measured by near infrared spectroscopy (NIRS) with use of FOIRE-3000 (ShimazuCo.Ltd.,Kyoto). As a result before the alcoholic intake, Oxyhemoglobin significantly increased at the 22 channels of measuring the cerebellum surface while retaining the Romberg posture in comparison with that on the rest(P<0.05). This reaction disappeared 15 minutes after the alcoholic intake.

**Keywords:** Alcoholic Intake, near infrared spectroscopy (NIRS), brain blood flow.

### 1.はじめに

飲酒によってエチルアルコールを摂取すると、摂取した量に応じて脳機能の抑制が起こり、酒酔いとなる。脳機能の抑制は、まず大脳の高次機能から始まり、判断力、集中力、抑止力等が低下する。その結果、脳の低位機能が表面化するため、軽い興奮状態となり気分が良い状態となる。さらに摂取量が増加すると運動中枢である小脳が抑制され、運動機能にも障害がみられるようになる。即ち、エチルアルコールにより特に、小脳機能が抑制される。さらに、血中アルコール濃度が3.5[mg/ml]を超えると脳幹が抑制され、呼吸障害や体温低下から意識がなくなり、死に至る。

前庭-小脳系は、小脳のうち前庭小脳及び小脳核と呼ばれる部位に半規管、耳石器からの1次求心性線維及び前庭神経核からの2次ニューロンが投射しており、小脳による運動制御機構に対し重要な入力の一つになっている。アルコールによる千鳥足は、この系への影響である[1]。

血中アルコール濃度 Ca は次の式で与えられる[2]

(アルコール濃度)×

$$\frac{(\text{アルコール摂取量})[\text{ml}] \times 0.789[\text{g/ml}]}{0.53 \times (\text{被験者の体重})} (1)$$

本研究では、エチルアルコール摂取による脳機能の抑制が体平衡機能へ与える影響に着目し、飲酒前後の重心動揺計測と Near infrared spectroscopy (NIRS)を用いて比較、検討した。本講演では特に NIRS 計測による脳血流量の変化の結果について検討する。

NIRS は、ヘモグロビンが近赤外光を吸収する性質を利用したものであり、生体における血液量を

非侵襲的に計測することが可能である。これを脳に適用すると、頭皮から 2-3 [cm]の範囲における脳血流変化を測定し、賦活化した局在部位を捉えることができる。つまり NIRS とは、自然な状態である被験者の大脳皮質の賦活反応性時間経過を、非侵襲的かつ全体的に捉えることができる検査である[3]。NIRS は照射光と検出光の値からヘモグロビンの濃度変化を算出するが、頭部組織内で光が実際に進んだ距離(実効光路長)は現在のところ測定不可能なため、一般的な NIRS 測定値の単位は[mM・mm]のようにヘモグロビン濃度と長さの積を用いる(ヘモグロビン濃度長)。

### 2.方法

#### 2.1.被験者

被験者は 21-24 歳の健常な若年男性 8 名(平均±標準偏差: 22±1.2 歳)を対象として実験を行った。実験開始 2 時間前より飲酒、喫煙、カフェイン摂取を禁止し、実験の説明を十分に行った上で書面にて了承を得た。

#### 2.2.実験方法

被験者には式(1)に従って、血中アルコール濃度のピーク値がそれぞれ 0.5、1.0[mg/ml]となるように無希釈の蒸留酒を 30 秒以内に摂取させた。計測にはバランス Wii ボード(任天堂, 京都) および光脳機能イメージング装置 LABNIRS (島津製作所, 京都)をそれぞれ用いて、計測開始時から 30 秒間の立位安静の後、80 秒間の開眼検査、その後引き続いて、30 秒間の立位安静をとり、80 秒間の閉眼検査を行い、その間の重心動揺及び、小脳表面の血流量変化を同時に記録した。LABNIRS のチャンネルは Fig.1 のように後頭葉小脳付近に配置し、乳様突起を横方向の中心、外後頭隆起を縦方向の中心とした。計測はロンベルグ姿

勢にて行い、開眼時には被験者の目の高さ前方2.0[m]に凝視点を設置した。また立位安静時には被験者前方に台を設置し被験者には台に手をつけて安静姿勢をとらせた。

計測はそれぞれアルコール摂取前、摂取後5分、15分、25分、35分、45分に行った。

	1	28	2	29	3	30	4	31	5	32	
6	33	7	34	8	35	9	36	10	37	11	38
	12	39	13	40	14	41	15	42	16	43	
17	44	18	45	19	46	20	47	21	48	22	49
	23	50	24	51	25	52	26	53	27	54	

Fig.1 NIRS 計測チャンネル配置図

### 2.3.検査項目

NIRS 計測によって得られた酸素化ヘモグロビン濃度はローパスフィルタ(0.15Hz)により高周波成分を平滑化し、各チャンネルについて安静時30[s]と開眼時ロンベルグ姿勢 80[s]の積分値を算出した。また安静時から開眼時ロンベルグ姿勢へ移行した際の脳血流量の増加量を算出した。

各チャンネルの Pre 及び、各飲酒後経過時間の前安静時と開眼ロンベルグ姿勢時の酸素化ヘモグロビン濃度の積分値を Wilcoxon の符号付順位和検定にて比較した。また各チャンネルにおいて前安静時から開眼ロンベルグ姿勢時へ移行した時の積分値の増加量の時間変化について Friedman 検定を行い比較検討した後、Nemenyi にて多重比較した。本研究における有意水準は 0.05 とする。

### 3.結果

各血中アルコール濃度における各チャンネルの Pre 及び、各飲酒後経過時間の前安静時と開眼ロンベルグ姿勢時の酸素化ヘモグロビン濃度の積分値を有意水準  $p < 0.05$  の Wilcoxon の符号付順位和検定にて比較した。Pre では 22 個のチャンネルにおいてロンベルグ姿勢時の酸素化ヘモグロビン濃度の積分値が前安静時と比較して有意に大きかった。血中アルコール濃度 0.5 [mg/ml]においては飲酒後 5 分時に 18 個、15 分時に 11 個、25 分時に 12 個、35 分時に 5 個、45 分時に 13 個のチャンネルで同様の有意差が得られた。血中アルコール濃度 1.0 [mg/ml]においては飲酒後 5 分時に 13 個、15 分時に 17 個、25 分時に 7 個、35 分時に 14 個、45 分時に 22 個のチャンネルで同様の有意差が得られた。

各血中アルコール濃度における各チャンネルにおいて前安静時から開眼ロンベルグ姿勢時へ移行した時の積分値の増加量の時間変化について Friedman 検定を行い比較検討した後、Nemenyi にて多重比較した。血中アルコール濃度 1.0 [mg/ml]では ch21 において飲酒後 5 分時の増加量が Pre と比較して有意に増大した。また ch28 において飲酒後 25 分時の増加量が Pre と比較して有意に増大した。血中アルコール濃度 0.5 [mg/ml]では ch11 の飲酒後 5 分時、15 分時、25 分時の増加量が飲酒後 35 分時と比較して有意に大きかった。ch14 では飲酒後 15 分時、35 分時、45 分時の増加量が飲酒後 5 分時と比較して有意に減少し

た。また ch22 では Pre、飲酒後 15 分時の増加量が飲酒後 35 分時と比較して有意に大きかった。

### 4.考察

NIRS 計測において台に手をつけて身体を支えた前安静時と不安定なロンベルグ姿勢時の小脳付近の血中酸素化ヘモグロビン濃度を計測したところ 22 個のチャンネルにおいてロンベルグ姿勢時の血中酸素化ヘモグロビン濃度の積分値が前安静時と比較して有意に大きかった。従って、腕で身体を支えることが出来る前安静時から体平衡機能にて身体のバランスを保つ必要があるロンベルグ姿勢に移行すると小脳付近の脳血流量が増大し、小脳が活性化していると考えられる。血中アルコール濃度 0.5 [mg/ml]の飲酒を行うと Pre と同様の有意差が得られるチャンネルが飲酒後 5 分時に 18 個、15 分時に 11 個、25 分時に 12 個、35 分時に 5 個、45 分時に 13 個。血中アルコール濃度 1.0 [mg/ml]の飲酒を行うと飲酒後 5 分時に 13 個、15 分時に 17 個、25 分時に 7 個、35 分時に 14 個、45 分時に 22 個と減少しており、飲酒後は前安静時からロンベルグ姿勢に移行しても酸素化ヘモグロビン濃度が増加しないチャンネルが多く、平常時ほど小脳が活性化していないこと示唆されている。特に血中アルコール濃度 0.5 [mg/ml]においては有意差がみられるチャンネルが大きく減少する飲酒後 5 分時から 15 分時-25 分時にかけて動揺の増大が重心動揺計測によって確認されており、身体のバランスを制御する小脳の機能が失われたため、ロンベルグ姿勢時の動揺が増大したと考えられる。また血中アルコール濃度 1.0 [mg/ml]の飲酒後 45 分時には有意差がみられるチャンネルが 22 個に回復しているが Pre において有意差が確認されたチャンネルとは異なるチャンネルが多く、重心動揺計測において増大した動揺の回復が確認されていないことから小脳機能は回復していないと考えられる。

各血中アルコール濃度における各チャンネルにおいて前安静時-開眼ロンベルグ姿勢時間の積分値の増加量の時間変化においては血中アルコール濃度 0.5 [mg/ml]において ch11 の飲酒後 5 分時、15 分時、25 分時の増加量が飲酒後 35 分時と比較して有意に大きく、ch14 では飲酒後 15 分時、35 分時、45 分時の増加量が飲酒後 5 分時と比較して有意に減少している。また ch22 では Pre、飲酒後 15 分時の増加量が飲酒後 35 分時と比較して有意に大きく、飲酒後時間が経過すると前安静時からロンベルグ姿勢に移行した際の酸素化ヘモグロビン濃度の増加量が減少し、小脳が活性化しづらくなっていると考えられる。

### 参考文献

- [1] 加我君孝. めまいの構造. 東京: 金原出版, 1992; 23-26, 95-100
- [2] 社団法人アルコール健康医学協会: 新適正飲酒の手引き, 社団法人アルコール健康医学協会, 東京, 2001
- [3] 福田正人. "NIRS 波形の臨床判読—先進医療「うつ症状の光ポトグラフィー検査」のガイドブック". 中山書店, 東京, 2011



# NIRS を用いた剣道の攻め入れられ時における前頭前野の脳血流の計測

飯田大介 後藤淳 高田宗樹 平田隆幸

福井大学大学院 工学研究科 知能システム工学専攻 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

h10390057@gmail.com

## Measurement of using NIRS of cerebral blood flow front in when defense of kendo.

Daisuke Iida, Jun Goto, Hiroki Takada, Takayuki Hirata

Department of Human and Artificial Intelligent Systems, University of Fukui

3-9-1 Bunkyo, Fukui 910-8507, japan

**Abstract** : 本研究では剣道における攻め入れられたときの油断や驚きといった「心の動き」を計測できないか検討した。一足一刀の間合いから一歩近づかれた際の前頭前野の脳活動を NIRS によって計測した。攻め入るのは剣道経験者と未経験者であり、それぞれ竹刀を持った場合と持たない場合の計 4 パターンで比較した。結果は経験者が竹刀を持って攻め入る場合、持たない場合に比べて有意な増加が全被験者に共通して示された( $p < 0.001$ )。また、アンケート評価と脳活動の亢進に相関性がみられた。NIRS による「心の動き」の計測の可能性が示唆された。

**Keywords** : kendo, NIRS, Prefrontal area

### 1. はじめに

剣道では、構えが「技」といわれることがある。構えが「技」とあるとは、相手が正しく中段で正眼に構えた状態には打つ隙がないということである。それ故、相手に有効な打突を打ち込むためにはその構えを崩す行為が重要となる。それは剣先を交え、竹刀を払うことで隙を生じさせる直接的な方法と心の隙を生じさせるという方法がある。剣道における心の隙とは、四戒と呼ばれる「驚」「懼」「疑」「惑」のことである。これら四つの戒めによって心の隙が生じるとされている。その変化は内面的なもので、計測が困難である。しかしながら、近年の計測技術の進歩により、非侵襲的に脳内活動を計測することが可能となった。ここでは、相手から攻め入れられたときの前頭前野の脳活動を LABNIRS(島津製作所, 京都)によって計測し、心の動きを脳活動でみるできないか調査した。

### 2. 実験方法

一足一刀の間合いから攻め入れられたときの被験者の脳活動を計測した。剣道における「攻め入る」は様々な行動にとることができるが、本研究では竹刀を振り上げず構えた状態のまま一歩間合いを詰めることとした。攻め入るのは剣道経験 7 年、段位 3 段の経験者と剣道未経験者の 2 パターンでおこなった。さらに、竹刀をもった場合と持たない場合で比較した。計測は非侵襲的に脳活動の計測が可能である LABNIRS を採用した。実験プロトコルを Figure 1 に示す。対面した状態から 1~35[sec]の一樣乱数を用いて、攻め入るタイミングが被験者に分からないようにした。一連の動作を被験者 A~H の計 8 名(29±12.8 歳)に対しておこなった。A~D は剣道経験者、E~H は剣道未経験者である。チャンネル数は 54 チャンネル、チャンネル間距離は 1.5[cm]、空間解像度は 1.5[cm<sup>2</sup>]である。計測部位は前頭前野とした。

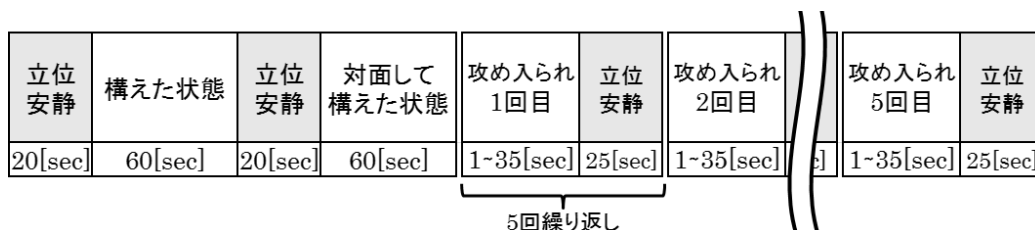


Figure 1 実験プロトコル

### 3. 実験結果

得られた波形から4つの状態に分け、積分値を比較した。4つの状態とはI 立った状態で安静、II 構えた状態、III 対面した状態、IV 攻め入られたときである。各チャンネルでFriedman 検定とNemenyi 検定をおこなった。結果、剣道経験者が竹刀を持った場合、IVの値はIの値と比較して有意に高いことが全てのチャンネルにおいて示された( $p<0.001$ )。しかし、竹刀を持たない場合は、ほとんどのチャンネルにおいてIVとIの値に有意な差は示されなかった。未経験者の竹刀の有無に対して、検定結果に大きな変化はみられなかった。次に8名の被験者の反応を比較するために、各被験者で同様の検定をおこなった。結果をTable 1に示す。竹刀を持った経験者に攻め入られた場合、何も持たない場合に比べて脳血流の有意な増大が被験者全員に共通してみられた( $p<0.001$ )。また、実験後のアンケートより、攻め入られる際「剣道経験者と未経験者で違いを感じたか」という問いに被験者A,C,D,E,Gは「感じた」と、被験者B,F,Hは「感じなかった」と回答した。「感じた」と回答したE以外の被験者は検定結果においても経験者に攻め入られた際の脳血流に有意な増大がみられたのに対し、「感じなかった」と回答した被験者には有意な増大はみられなかった。主観評価と脳血流の変化に相関性がみられた。

次にWilcoxonの符号付順位和検定によりどのチャンネルがより変化しているか調べた。結果、対面している場合、相手が竹刀を持っている場合は前頭極にあたるチャンネルが、竹刀を持っていない場合は前頭前野背外側部にあたるチャンネルの増加量が大きいことが示された。

Table 1 攻め入れ時における各被験者の反応の変化

	A	B	C	D	E	F	G	H
1>2 経験者>未経験者(竹刀有りで攻め入られた場合)	***		***	***			***	
3>4 経験者>未経験者(竹刀無しで攻め入られた場合)	**							
1>3 竹刀有り>竹刀無し(経験者に攻め入られた場合)	***	***	***	***	***	***	***	***
2>4 竹刀有り>竹刀無し(未経験者に攻め入られた場合)		***			***	*		
* 0.01< $p$ <0.05	1	...	剣道経験者が竹刀を持った状態					
** 0.001< $p$ <0.01	2	...	剣道未経験者が竹刀を持った状態					
*** $p$ <0.001	3	...	剣道経験者が竹刀を持たない状態					
	4	...	剣道未経験者が竹刀を持たない状態					

### 4. 考察、まとめ

剣道経験者の竹刀の有無に関して被験者全員が共通して感じた大きな違いがあると考えられる。竹刀有の場合は前頭極と呼ばれる予期、将来の推論、プランニングを担う部位に活動の亢進がみられたことから相手の次の行動を予期しようとしたと考えられる。また、竹刀無の場合は前頭極は使われておらず、集中力などの機能を担う前頭前野背外側部に活動の亢進がみられた。相手が竹刀を持っていないため、剣道の試合と想定しておらず、ただ実験に集中していたと考えられる。以上のこととアンケートの主観評価と脳血流の変化に相関がみられたことを踏まえ、「心の動き」の計測は可能であると考えられる。

今後の展望として、実際に試合を行う際の駆け引きの計測や、攻め入る人の剣道経験の有無が被験者に対してわからない状態とし、剣道経験者と未経験者が攻め入った時、脳血流がどのように変化するか比較したい。また、今回の実験ではNIRSを用いているため、恐怖や警戒といった脳の中核の計測はできなかった。そのためfMRIなどを用いて人間の本能に近い機能を担う部位の計測を試みたい。

#### 参考文献

- [1]福田正人 “NIRS 波形の臨床判読—先進医療「うつ症状の光ポトグラフィー検査」のガイドブック”
- [2]Frank H.Netter “Netter’s Atlas of Human Anatomy, 3rd Ed” Nankodo Co., Ltd., 2004

# 剣道の身体運動時における筋電解析

西畑大輔 高田宗樹 平田隆幸

福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

E-mail:hirata@u-fukui.ac.jp

## The myoelectric analysis in the body movement of Kendo

Daisuke Nishihata, Hiroki Takada, Takayuki Hirata

Department of Human and Artificial Intelligent Systems,

Graduate School of Engineering, University of Fukui

**Abstract:** 本研究ではスポーツにおける身体運動計測の研究として剣道の打ち動作に着目した。平成 24 年度から中学校保健体育の必修科目に武道が追加された。それに伴い具体的な指導法が必要とされている。簡易的なモーションキャプチャシステムである Kinect と筋電計による同時計測を行った。Kinect との同時計測から得られた 3 次元位置座標データを用いることで、筋電図の打ち動作を構え、振り上げ、振り下ろし、打ち終わり後の 4 つに分割を行った。未経験者、経験者の打ち動作の違いを打ち動作中の腕に関する筋電図から経験による比較を行った。解析により経験の有無による筋電図の違いが見られた。

**Keywords:** Kendo, Electromyography, Kinect, Body movement

### 1. はじめに

身体運動と知能には密接な関係があり、目的に応じた最適な身体運用の選択の解明は、知能の解明の重要なアプローチとなる。例えば、ヒト腕の二点間到達運動は、その運動軌跡に普遍的な特徴がみられる。この特徴を説明するモデルも、躍度最小モデルやトルク最小モデルなどが提案されている。しかし、最も単純な二点間到達運動においてさえ、未解決な部分が残っている。これらの研究は、我々が無意識に選択している身体運動に多様な規範があることを示唆している。

本研究では、スポーツにおける身体運動に注目した。その中でも身体を最大限に活用し、相手より早く、竹刀を相手の一本になる決められた場所に正確に当てることを必要とされる剣道に焦点をあてた。

剣道は、平成 24 年度の教育改革により、中学校保健体育科目の必修科目に改められた。剣道を本格的に経験していない教師は、生徒に正しく剣道を教えるための、具体的な指導法が必要である。剣道において未経験者、経験者の振りの違いはどこにあるのかということはまだ明らかになっておらず、従来から精神論を用いた指導が多くされている。そこで近年盛んに行われている筋電計による身体運動計測を用いることで指導者が身体運動を抽象的ではなく、具体的に指導できることを目指した。また、競技者も、自身の客観的な身体情報を知ること、自己を見つめなおし、トレーニングの効率化を測る事ができる。そこで未経験者、経験者の打ち動作の違いを打ち動作中の腕に関する筋電図から得られるのではないかと考え、未経験者と経験者の筋電図の比較を行った。

実験は、表面筋電計と Kinect を用いた同時運動計測を行った。Kinect との同時計測から得られた 3 次元位置座標データを用いることで、筋電図の打ち動作を構え、振り上げ、振り下ろし、打ち終

わり後の 4 つに分割することが可能である。得られた表面筋電図に整流平滑化の処理を行い、最大努力時の筋電位の値に基づいて、相対値である % MVC 積分値を算出して、経験者と未経験者の違いを検討していく。

### 2. 実験

被験者は剣道未経験者 7 名、剣道経験 6 年以上の経験者 7 名、計 14 名を対象とし、表面筋電計と Kinect を用いた同時運動計測を行った。被験者には、事前に実験の説明を十分に行い、書面にて了承を得た。被験者には竹刀を持たせ、剣道の中段の構えから剣道の基本打ちである面、小手、胴打ちを行うよう指示した。計測方法は予備実験により Kinect で最も正確に計測が可能な条件を検討した結果、Kinect のカメラの位置が高さ 80 cm になるように台の上に固定し、水平距離 3 m 離れた位置に被験者を配置した。振り動作を行う被験者に対し左側面からの視点で計測した。左浅指屈筋、左上腕二頭筋、左三角筋、左僧帽筋を対象とした表面筋電図を記録した(Fig. 1)。

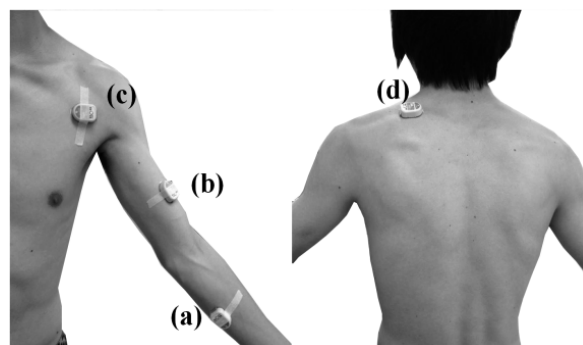


Fig. 1 テレメータピッカ貼り付け位置 (a:浅指屈筋、b:上腕二頭筋、c:三角筋、d:僧帽筋)

### 3. 解析方法

筋電計から得られた表面筋電図に整流平滑化の処理を行い Kinect との同時計測から得られた 3 次元位置座標データを用いることで、筋電図の打ち動作を構え、振り上げ、振り下ろし、打ち終わり後の 4 つに分割を行う。その後実験前に計測を行った最大努力時の筋電位の値に基づいて、相対値である単位時間当たりの %MVC 積分値を算出して、打ち運動の際に筋肉がどのようなタイミングで働いているのかを構え、振り上げ、振り下ろしの 3 点においてそれぞれ技ごとに未経験者と経験者を比較するためにウィルコクソンの順位和検定を行った。また、未経験者、経験者それぞれにおいて技間で構え、振り上げ、振り下ろし時の値に対しウィルコクソン符号付き順位和検定を行った。さらに、未経験者、経験者それぞれにおいて各技の構え、振り上げ、振り下ろし時間の値に対しウィルコクソン符号付き順位和検定を行った。

### 4. 結果

未経験者と経験者において技ごとの構え、振り上げ、振り下ろし時の単位時間当たりの %MVC 積分値の比較を行った。結果を Table 1 に示す。未経験者に比べて経験者において面時の構え、振り下ろし時の浅指屈筋の値にて有意に大きいことがみられた ( $p < 0.05$ )。同様に小手時の振り上げ時の僧帽筋、胴時の振り上げ、振り下ろし時の浅指屈筋において有意に大きいことがみられた ( $p < 0.05$ )。また、未経験者、経験者それぞれにおいて技間の構え、振り上げ、振り下ろし時の検定結果を Table 2 に示す。複数の個所で有意差がみられた ( $p < 0.05$ )。さらに、未経験者と経験者それぞれにおいて各技の構え、振り上げ、振り下ろし間の比較に対する検定結果を Table 3 に示す。こちらも同様に複数の個所で有意差がみられた ( $p < 0.05$ )。

### 5. 考察・まとめ

未経験者と経験者との間では浅指屈筋と僧帽筋において経験者の値が有意に大きいことがみられた。未経験者は腕だけの力で打ち込みを行おうとしているが経験者は腕だけではなく握る力や背中を上手く使って打ち込んでいると考えられる。また、技間で比較を行った場合では未経験者と経験者で全く違う結果が得られたことから経験の有無によって力の入れる部位タイミングが違っていると考えられる。さらに打ち動作間の比較においても技間と同様に未経験者と経験者で違う結果が得られた部分があり経験の有無によって力の入れ方や抜き方が違っていると考えられる。

### 6. 今後の展望

今回は素振り形式で行ったため今後は打ち込み時の計測も考えている。また、さらに多くの経験者の計測を行い熟練度の定量化等も行っていきたくと考えている。さらにアンケート調査なども行い自分で使用していると考えている部位と実際に使用している部位を比較することも今後行っていきたくと思う。

Table 1 経験比較の結果

面	構え	振り上げ	振り下ろし
浅指屈筋 上腕二頭筋 三角筋 僧帽筋	*		*
小手	構え	振り上げ	振り下ろし
浅指屈筋 上腕二頭筋 三角筋 僧帽筋		*	
胴	構え	振り上げ	振り下ろし
浅指屈筋 上腕二頭筋 三角筋 僧帽筋		*	*

\* :  $p < 0.05$

Table 2 技比較の結果

面-小手	構え		振り上げ		振り下ろし	
	未	経	未	経	未	経
浅指屈筋 上腕二頭筋 三角筋 僧帽筋		*				*
小手-胴	構え	経	振り上げ	経	振り下ろし	経
浅指屈筋 上腕二頭筋 三角筋 僧帽筋		*				*
胴-面	構え	経	振り上げ	経	振り下ろし	経
浅指屈筋 上腕二頭筋 三角筋 僧帽筋					*	*

未 : 未経験者 経 : 経験者 \* :  $p < 0.05$

Table 3 振り動作比較の結果

面	構-上		上-下		構-下	
	未	経	未	経	未	経
浅指屈筋 上腕二頭筋 三角筋 僧帽筋	*		*	*	*	*
小手	構-上	経	上-下	経	構-下	経
浅指屈筋 上腕二頭筋 三角筋 僧帽筋	*	*	*	*	*	*
胴	構-上	経	上-下	経	構-下	経
浅指屈筋 上腕二頭筋 三角筋 僧帽筋	*	*	*	*	*	*

未 : 未経験者 経 : 経験者

構 : 構え 上 : 振り上げ 下 : 振り下ろし \* :  $p < 0.05$

### 参考文献

- [1] 木塚朝博, 増田正, 木竜徹, 佐渡山亜兵 : バイオメカニズムライブラリー 表面筋電図, 東京電機大学出版局, (2006).

# 社会性昆虫を用いた群知能によるクラスタリング

棚橋玄之介<sup>1</sup> 高田宗樹<sup>2</sup> 平田隆幸<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 福井大学工学部知能システム工学科〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

<sup>2</sup> 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

E-mail:hirata@u-fukui.ac.jp

## Clustering by swarm intelligence using the artificial ant Gennosuke Tanahashi, Hiroki Takada, Takayuki Hirata Department of Human and Artificial Intelligent Systems, Graduate School of Engineering, University of Fukui

**Abstract** : 本研究では、群知能を用いたクラスタリング手法の性能を評価した。データマイニングの手法の1つであるクラスタリングにおいて、一般的に用いられる k-means 法のような非階層的手法には分割するクラスタ数をあらかじめ設定しなければならないという短所がある。本研究の目的は、クラスタ数を事前に設定せずとも最適なクラスタ数にデータを分割するクラスタリング手法を構築することである。本手法は、いくつかの閾値を設定した単純な確率的行動を複数のエージェントが行う。その相互作用により類似しているデータを集めていき、得られたクラスタを最終結果とする。その過程において、オブジェクトを集めて小さなクラスタを多く作る段階と、クラスタを集めて最終的なクラスタに収束させていく段階の2つに分けることで分類誤りを減らすことを試みた。3種類の人工的に生成したデータセットを用いて性能を評価した。各データセットに対して閾値の調節を的確に行うことで最適なクラスタ数に分割することが可能であると示された。よって群知能を用いたクラスタリング手法の可能性が示唆された。

**Keywords**: Clustering, Swarm Intelligence, Data Mining

### 1 はじめに

膨大なデータの中から有益である知識や情報を取り出す技術をデータマイニングと呼ぶ。その技術の中で、類似しているデータをグループ化し、パターンや性質を抽出する解析手法をクラスタリングと呼ぶ。

クラスタリングは大きく分けると階層型手法と非階層型手法の2つに分けられる。階層型手法は類似しているものから順にグループ化していくので、結果からクラスタ数を決められることが利点である。しかし、毎回の計算量が多いことや、結果を可視化するためには樹系図で表す必要があるため、膨大な数のデータに対してのクラスタリングには不向きである。非階層型手法においては、データ全体をあらかじめ設定したクラスタ数に分割する手法であるが、最適なクラスタ数を自動的に算出することは困難である。

一方、データマイニングの分野において、あまり関係のないように思える群知能とクラスタリングの組み合わせが有用であることが示されている<sup>[1]</sup>。群知能とはアリやハチなどの社会性昆虫の行動に表れるような、複数の単純なシステムが局所的な相互作用により全体として高度な振る舞いをするシステムのことを言う。未知な環境に対しても柔軟に対応できることから、近年では幅広い分野で研究されている。

そこで本実験では、あらゆるデータに対してクラスタリングを実行可能とするために、データを拾い上げ、運び、降ろすといった単純な確率的動作を複数の人工アリに行わせることで群知能を創発させ、クラスタ数を設定せずとも最適なクラスタ数に分割するクラスタリング手法の構築を目的とする。

### 2 アルゴリズム

はじめに、エージェントである人工アリがオブジェクトであるデータの要素をクラスタリングしていくフィールドを設定する。今回は  $m \times m$  の2次元的な碁盤目状のフィールドとし、オブジェクトの数( $n$ )に対して  $m \times m = 4n$  となるように  $m$  を設定する。フィールドは端から端への移動

が可能な環状とする。フィールド上にオブジェクトをランダムに配置し、エージェントもランダムに  $n/3$  匹配置する。エージェントは確率  $P_{\text{direction}}$  で進路を変更するまでは前後左右の1方向へ移動するものとする。

本実験では、第1段階と第2段階の2つ段階に分けてクラスタリングを行う。第1段階では、フィールドにランダムに配置されたオブジェクトに対して、類似しているもの同士を集めていき、比較的小きなクラスタを多く作る。そして第2段階では第1段階で生成したクラスタ同士を集めていき、最終的なクラスタに収束させる。これは、より類似しているものを先に集めておくことで、単純にクラスタリングの対象となるオブジェクトの数を減らせることや、分類誤りを少なくすることを目的としている。

次に今回使用する変数を以下のように定義する。

•  $D(x_i, x_j)$  : 正規化された  $n$  次元(属性数)の2点間( $x_i, x_j$ )のユークリッド距離

•  $O_{\text{center}}(C)$  : クラスタ  $C$  の中心

$$O_{\text{center}}(C) = \frac{1}{nc} \sum_{O_i \in C} O_i$$

•  $D_{\text{average}}(C)$  : クラスタ  $C$  内の類似度の平均

$$D_{\text{average}}(C) = \frac{1}{nc} \sum_{O_i \in C} D(O_i, O_{\text{center}}(C))$$

•  $D_{\text{max}}$  : 最も離れているオブジェクト間の距離

•  $O_{\text{dis}}(C)$  : クラスタ  $C$  内で最も類似していないオブジェクト

#### 2.1 第1段階

第1段階において、まずエージェントがオブジェクトを運んでいない場合を考える。エージェントは自分のいるマスとその周囲8マスに対してオブジェクトを探す。ここでオブジェクトを見つけた場合、次の2つの場合が考えられる。1つ目は、1つのマスにオブジェクトが1つある場合である。このとき、エージェントは最初に定められている確率  $P_{\text{load}}$  でオブジェクトを拾い上げる。もう1つは、すでにクラスタとなっている場合であるが、この場合はさらに2つの場合に分けて考える。それはクラスタを形成しているオブジェクトの数が2つである場合と3つ以上である場合である。前者についてはどちらか一方のオブジェクト

を確率  $P_{load}$  で拾い上げる。そして、後者の場合は、

$$\frac{D(O_{dis}(C), O_{center}(C))}{D_{average}(C)} < T_{remove}$$

を満たした場合に  $O_{dis}(C)$  を拾い上げる。

次にオブジェクトを降ろすアルゴリズムであるが、拾い上げのアルゴリズムと同様にエージェントは探索を行う。今回は次の3つの場合を考える。マスが空の場合、エージェントは確率  $P_{drop}$  で運んでいるオブジェクトを降ろす。次にオブジェクトが1つだけ置いてある場合であるが、エージェントが運んでいるオブジェクトを  $X_i$ 、フィールド上のオブジェクトを  $X_j$  とすると、

$$\frac{D(X_i, X_j)}{D_{max}} < T_{create}$$

の条件を満たしたとき、エージェントはオブジェクトを降ろしクラスタが形成される。最後にすでにクラスタとなっている場合を考える。この場合は

$$D(X_i, O_{center}(C)) < \frac{D(O_{dis}(C), O_{center}(C))}{2}$$

を満たしたときクラスタ内にオブジェクトを降ろす。

## 2.2 第2段階

第2段階では第1段階で作ったクラスタを1つのオブジェクトとみなし、クラスタリングを行っていく。フィールドは第1段階同様の2次元的な基盤目状とし、定数  $n$  に対しては第1段階で作ったクラスタの数が用いられる。エージェントは確率  $P_{load}$  で拾い上げ、確率  $P_{drop}$  で置くという動作は同じであるが、クラスタを1つにまとめるときの条件は以下の式を満たした場合とする。

$$\frac{D(O_{center}(C_1), O_{center}(C_2))}{D_{max}} < T_{createforcluster}$$

第2段階では1度まとめられたクラスタは分離しないが、クラスタに含まれているオブジェクトに関しては次の式によって分離される。

$$\frac{D(O_{dis}(C), O_{center}(C))}{D_{average}(C)} < 2.0$$

また、クラスタに対して他のクラスタが完全に内側に存在している場合は2つのクラスタを1つにまとめる。

最後に分類誤りをなくすため、各クラスタの中心と  $O_{dis}$  との距離を半径とする円内のオブジェクトを再配分し、最終的なクラスタとする。

## 3 実験内容

3種類のデータセットを用いて性能を評価した。各データセットについては以下のとおりである。

- **Data1**: 2次元上の4つ角に対して400のオブジェクトをプロットしたもの
- **Data2**: 2次元上に大きさの違う円状のデータ群を3つ用意したもの
- **Iris**: 4つの属性からなる3種類の花に関するデータセット

各データセットに対して本手法を適用していく中で、初めに閾値である  $T_{create}$ 、 $T_{remove}$ 、 $T_{createforcluster}$  の値を変えながら数回の実験を行い、適当な閾値を判断する。その値を用いて初期値を変えたクラスタリングを20回行う。クラスタの個数と各クラスタ内のオブジェクトを確認し、誤りがなければ成功とする。

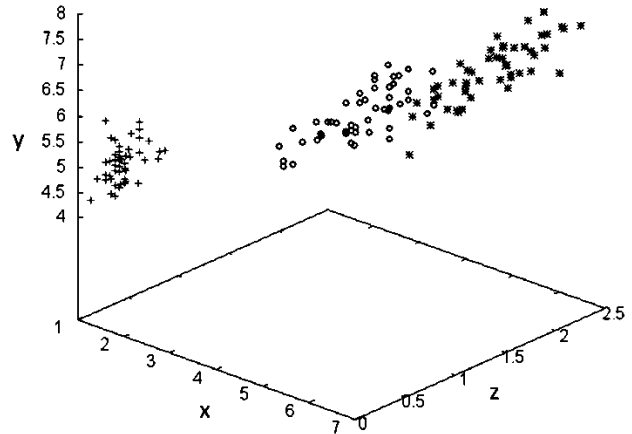


Fig.1 全体に差が見られない属性の一つを取り除いた3つの属性からなる Iris のグラフ(x軸: 花びらの数(枚)、y軸: がく片の数(枚)、z軸: 花びらの幅(cm))

## 4 結果

各データセットに対して20回ずつクラスタリングを試行した結果をTable 1に示す。

Data1 に対しては分類誤りのない十分な結果が得られた。Data2の結果からは大きさの違うデータ群に対してのクラスタリングも可能だと示された。一方でIrisの結果は、実際のクラスタ数に近い結果となったが、データが混ざり合っている部分の分類誤りにより、分類誤りが約2割であった。

Table 1 クラスタリングの結果

データセット	目標のクラスタ数(個)	クラスタ数の平均(個)	分類誤りの平均(%)
Data1	4	4.0	0
Data2	3	3.1	4.8
Iris	3	3.3	17.6

## 5 考察

結果から群知能を用いたクラスタリング手法の可能性が示されたと考える。本手法での類似度は距離として定義されているため、クラスタは超球状に形成されることが考えられる。そのためデータが複雑に混ざり合っている個所があるIrisに分類誤りが多く発生したと考えられる。

また、より類似したオブジェクト同士でクラスタを作るために閾値を厳しくしたことによって、第1段階でクラスタに分類されなかったオブジェクトが第2段階では扱われないことも、分類誤りの原因になったと考えられる。

## 6 今後の展望

データの要素同士が混ざり合っている実データへの応用が今後の一番の課題である。また、本手法において各データセットに対して閾値の調節が必須であった。クラスタ数を設定せずに分割可能であることは示したが、その一方で閾値を慎重に設定しなければならないという問題が発生している。このことから閾値のようなパラメータを可能な限り必要としない方法を実現させていきたいと考える。

### 参考文献

- [1] 栗原聡, 福井健一: 群知能とデータマイニング, 東京電機大学出版局,(2012)
- [2] <http://sun.econ.seikei.ac.jp/~shinmura/archive.html>

# 放散虫 *Pantanelium* の外殻構造の多様性 - Turing Pattern からのアプローチ -

吉野 隆

東洋大学理工学部, 〒350-8585 川越市鯨井 2100

tyoshino@toyo.jp

## Variation on Cortical Shell Structures of Radiolarian *Pantanelium* - Approach from Turing Patterns -

Takashi Yoshino

Toyo University, Kujirai 2100, Kawagoe 350-8585, JAPAN

**Abstract:** We carried out the numerical simulation of the Turing systems on spherical surface in order to investigate the variation on cortical shell structures of radiolarian *Pantanelium*. The resulting structures of Turing patterns vary with length of radius and initial condition.

**Keywords:** *Pantanelium*, Radiolaria, Turing pattern, spherical surface

### 1. 研究の背景

*Pantanelium* は 5 角形と 6 角形の殻孔で構成された凸多面体状の外層殻と外層殻から反対方向に伸びた主棘が特徴的な中生代の放散虫である。筆者とその共同研究者は、マイクロ X 線 CT を用いてこの放散虫の骨格構造の 3 次元データを取得し、外層殻の多面体幾何学的な構造の多様性について検討した [1, 2]。 *Pantanelium* の外層殻は殻孔数やその構造は同一ではなく様々であることが明らかになり、新たな問題として殻孔数や構造の多様性はなぜ発生するのかが新たな問題となった。本研究ではその理由をチューリング・パターンから説明することを試みる。チューリング・パターンを作る活性因子と不活性因子の分布を、外層殻を構成する物質が生成される場所と生成されない場所に対応させる。そして、活性因子の分布がチューリング・パターンによって決定されるという仮説を導入する。

### 2. 球面上のチューリング・パターン

チューリング・パターンを得るために、本研究では、以下の方程式を用いた。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{D}{R^2} \nabla^2 u + \alpha u(1 - r_1 v^2) + v(1 - r_2 u), \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{1}{R^2} \nabla^2 v + \beta v \left( 1 + \frac{\alpha r_1}{\beta} uv \right) + u(\gamma + r_2 v), \quad (2)$$

パラメータ  $R$  は特徴的な長さを表しており、本研究の場合にはこれを球の半径とみなすことができる。計算領域には測地線グリッドを導入した。これは、特異点が存在せずなおかつ場所による精度の違いをなくした環境で結果を得るためである。時間についての更新には 4 次の Runge-Kutta 法を用い、空間微分には測地線グリッド用に一般化された差分近似を用いた。

得られたパターンを多面体とみなしてその特徴を抽出することを試みた。測地線グリッド上の値の分布を多面体に近似する方法は Yoshino et al. [3] において *Pantanelium* 骨

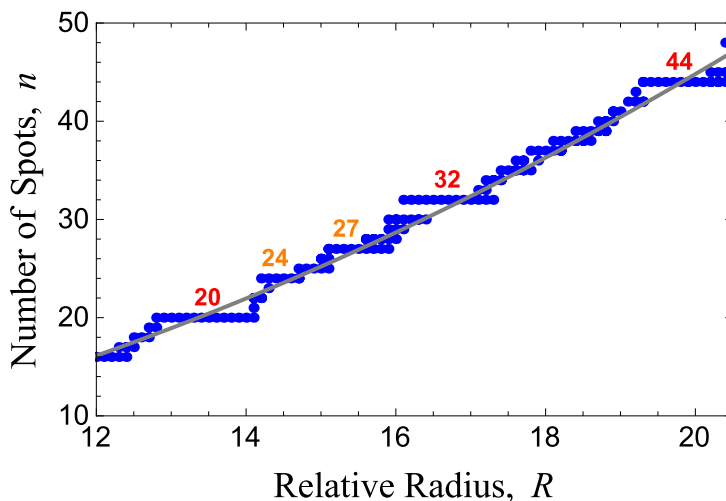
格の3次元データに適用した方法を用いた。これは、スポットの重心をもとに球面上のボロノイ分割を行い、境界の大円弧を直線に置き直すことによって多面体に近似するというものである。

### 3. 計算結果

球面上のチューリング・パターンの構造には、出現しやすいスポット数（殻孔数に対応）があることが判明した。また、それぞれの殻孔数について、出現しやすい構造があることも判明した。

図は  $R$  の値を 12.0 から 20.5 まで 0.1 おきに 4 回の計算を行ったときのスポット数を示している。計算では初期状態としてすべての格子点に乱数を割り当て

ているが、4 回の計算ではその乱数を異なる種を用いて生成している。結果は、スポット数が相対的な半径の値  $R$  と初期値によって異なること、そして出現しやすいスポット数があることを示している。さらに、これらの頻度分布を調べてみると、出現しない値があることも明らかになった。



### 4. 議論

*Pantaneillum* の殻孔数の多様性はチューリング・パターンを用いて説明することが可能であるが、現在得られている 15 個体のマイクロ X 線 CT データとは完全に一致していない。その理由が、計算のパラメータ値に拠るものなのか、マイクロ X 線 CT データが少ないことに拠るものなのか、それとも他の理由があるのかは今後検討する必要がある。

### 参考文献

- [1] A. Matsuoka, Takashi Yoshino, N. Kishimoto, N. Ishida, T. Kurihara, K. Kimoto, S. Matsuura, Exact number of pore frames and their configuration in the Mesozoic radiolarian *Pantaneillum*: An application of X-ray micro-CT and layered manufacturing technology to micropaleontology, *Marine Micropaleontology* **88–89**, 36–40 (2012)
- [2] T. Yoshino, A. Matsuoka, N. Kishimoto, N. Ishida, T. Kurihara, and K. Kimoto, Polyhedron Geometry of Skeletons of Mesozoic Radiolarian *Pantaneillum*, *Revue de micropaléontologie* **58**, 51–56 (2015)
- [3] T. Yoshino, N. Kishimoto, A. Matsuoka, N. Ishida, T. Kurihara, and K. Kimoto, Pores in Spherical Radiolarian Skeletons Directly Determined from Three-Dimensional Data, *Forma*, **29** 21–27 (2014)



# 医療クラウドの現状とビッグデータによる 画像診断領域の展望

杉浦明弘

岐阜医療科学大学 保健科学部放射線技術学科

〒501-3892 岐阜県関市市平賀字長峰 795-1

asugiura@u-gifu-ms.ac.jp

## Current status of healthcare cloud computing and future prospects of diagnostic imaging field provided by big data

Akihiro Sugiura

Faculty of Health Science, Gifu Univ. of Medical Science, 795-1

Ichihiraga Nagamine, Seki, Gifu 501-3822, Japan

### 発表の概要

はじめに、クラウドコンピューティングの概念は1961年に人工知能研究の権威であるJohn McCartyにより提唱され、その後、コンピュータ及びネットワーク技術の発展、特にクラウドコンピューティングの基幹技術にあたる仮想化技術の進歩により、多くの分野でクラウドコンピューティングが利用されることとなった。医療機関も同様であり、診療の中核を担う画像診断分野においても、2010年2月の厚生労働省通達（「診療録等の保存を行う場所について」の一部改正について）を受け、診療録の外部保存の民間業者への委託が可能となったため、画像診断に関連するシステムは今後、クラウドへ移行（必要なときに必要な量のサービスを受ける）すると予想される。

次に、診療画像のクラウドへの集約は、個人情報保護や医療情報の広域的二次利用の法整備・基盤が整うことで、診療画像に関連する広域的ビッグデータ形成を可能とし、さらにデータマイニングによって画像診断に関連する有用な情報抽出を可能とする。特に、コンピュータによって、画像中の異常所見の自動拾い上げやリスク評価を目的とした、コンピュータ支援診断(CAD)分野への恩恵は大きい。CADでは、医師の診断が確定した臨床画像から異常所見(正常所見も参考として)の特徴を多岐にわたり取得し、それを元に多次元の特徴空間内に異常所見モデルの構築を行う。そして、対象画像の特徴量がそのモデルに適合するか否かニューラルネットワークなどを用いて判別し最終的な結果を出力する。臨床的に応用可能なCADシステムの開発には、良質なサンプルが多数必要であることから、クラウドに集約された臨床画像を使用することができれば、画像診断精度の向上に大きく寄与することができる。

最後に、2016年1月より社会保障・税番号(以下:マイナンバー)制度の運用が開始される。この制度は、名前の通り社会保障と税に関連する個人番号であるが、諸外国の同様の制度と比較してセキュリティに関して十分な配慮がなされており、将来、医療も含め他分野とのマッチングが予想される。診療情報にマイナンバーがひも付けされることで、診療画像のみならず他検査の結果、既往歴、生活習慣などが統合されたビッグデータの形成が可能となる。このビッグデータから得られる新たな情報は、疫学、予防医学に大きく貢献できるであろう。また、個人の観点からは、個人を中心とした医療機関相互の情報共有が進められ、個人の選択を基本として継続的な医療が提供されるようになるといえる。



# ウェアラブル機器を用いた健康管理の現状と今後の展望

－日本の医療制度改革とタイ地方部の健康管理の現状を踏まえて－

松浦 康之

プリンスオブソンクラーク大学人文社会学部東洋言語学科

181 Chareonpradit Road T. Rusamilae A.Muang Pattani 94000 Thailand

yasuyuki.m@psu.ac.th

## Current Status and Future Prospects of Health Management using Wearable Device

- Based on Improvement of Medical Insurance System in Japan and Present State in Health Management in the Southern Thailand -

Yasuyuki MATSUURA

Department of Eastern Languages, Faculty of Humanities and Social Sciences,

Prince of Songkla University, Pattani

181 Chareonpradit Road T. Rusamilae A.Muang Pattani 94000 Thailand

**Abstract:** It extends to the output of wearable devices that allow monitoring of health status and fitness. However, there are some tasks of reliability of measured data and analysis methods using wearable device for health management. Mathematical Methods is expected to solve the problems. Furthermore, wearable device is expected to have applications for medical and health managements. In Japan, rapid increase of social security expenditures due to an aging population. In ASEAN countries including Thailand, health problems like obesity and diabetes have become a concern. There are increase of lifestyle-related disease and elderly peoples in ASEAN countries. In Addition, population aging in ASEAN countries has been continuing rapidly. Wearable devices are expected to contribute to take care of oneself and detect the diseases in its early stages.

**Keywords:** Health Management, Wearable Device, Bioelectrical Signals, Medical Insurance System, ASEAN-Japan Health Initiative

### 1. 背景

近年、ウェアラブル機器の技術開発によって、簡便に生体情報を計測できるようになった。しかし、ウェアラブル機器によって得られた心拍数などの種々のデータは、医療機器を用いて測定した各種生体データとは様相が異なるため、様々な試みが進められている。さらに、これらのビッグデータを統括的に処理する方法は確立していないため、数学的手法による解決が望まれている。

日本の社会保障費は年々増加している<sup>1), 2)</sup>。これに伴い、厚生労働省は、医療保険制度改革を行っており<sup>3)</sup>、2015年5月に、持続可能な医療保険制度を構築するための国民健康保険法等の一部を改正する法律(平成27年改正)(医療保険制度改革関連法)の成立や、持続可能な医療保険制度を構築するための国民健康保険法等の一部を改正する法律案に対する付帯決議の可決が行われている。この中で、データを活用した予防・健康づくりの充実、予防・健康づくりのインセンティブの強化などが挙げられている<sup>4), 5)</sup>。

また、ASEANに目を向けると、ASEAN健康イニシアチブ(ASEAN-Japan Health Initiative)<sup>6),7)</sup>が提唱されるなど、健康寿命の延伸を進めている。現在、ASEAN諸国では、生活習慣病の増加や高齢化の進展、医療格差など、日本と同様の諸問題を抱えている<sup>7)</sup>。特に、高齢化のペースは日本を上回るスピードであり<sup>8)</sup>、日本の知見や医療ビッグデータ、ウェアラブル機器の活用が期待されている。

## 2. 健康管理の現状と今後の展望

ウェアラブル機器の大半は、医学的に有効な収集データの計測という側面では、精度が劣る。また、医療機器としての認可を受けていないという現状がある。さらに、使用者の継続性が低いといった問題もあるため、現状において、ウェアラブル機器を用いた健康管理に、過度の期待は禁物である。

日本では、医師不足や地域医療格差が深刻化している。今後、厚生労働省は、地域医療・在宅医療の重点化データを活用した予防・健康づくりを進める方針を示している。この中で、ウェアラブル機器を用いた健康管理や状態変化を捉えることは、生体の継時的な健康状態を知るだけでなく、心身の健康維持や治療手法の開発、医療従事者の負担軽減、地域医療・在宅医療の拡充、医療費削減につながる。

タイ地方部においては、健康的な生活習慣の維持・促進、予防医療の推進は重要度が高い半面、都市部と異なり、この重要性に対する理解が進んでいない。そのため、生活習慣病などに対する知識の提供と同時に、医療レベルの向上・促進を行うことは、重要である。また、地方部でも、多くの市民がスマートフォンを使用しており、ウェアラブル機器を用いたアプリの開発や、普及活動、人材の育成がポイントになる。

医学の進歩のみならず、科学の進歩に伴い、様々な知見や科学的根拠が日々生み出されている。これらの情報をアプリに導入し、健康管理のために利用者自身が出来ることについて、より多くの選択肢と情報を提供することが有用であると考え。また、基礎データの蓄積とフィードバックを行い、信頼性の高い診断モデルを作成することで、今後の可能性が拡大すると考える。

## 参考文献

- 1) 内閣府、社会保障の現状と課題、2013年5月16日
- 2) 国立社会保障・人口問題研究所、平成25年度社会保障費用統計
- 3) 厚生労働省高齢者医療制度等改革推進本部事務局、医療制度改革の課題と視点
- 4) 厚生労働省保険局 第14回保険者による検診・保健指導等に関する検討会、資料3「個人及び保険者の予防・健康づくり等のインセンティブについて（医療保険制度改革関係）」、2015年6月26日
- 5) 厚生労働省保険局 第16回保険者による検診・保健指導等に関する検討会、資料1「共通指標（案）の検討について」、2015年11月16日
- 6) Vision Statement on ASEAN-JAPAN Friendship and Cooperation, 2013年12月14日
- 7) 内閣官房健康・医療戦略室 第3回医療国際展開タスクフォース及び第2回ASEAN健康イニシアチブWG合同会合、資料2「日・ASEAN健康イニシアチブについて」、2014年11月5日
- 8) 竹島慎吾、アジアにも押し寄せる少子高齢化の波、BTMU ASEAN TOPICS, 2010/1, 2010

## 2 日目 12/22 日(火)

- ・ 数学協働プログラム・「細胞システムの理解と制御にむけた幾何学的方法の検討」
- ・ 数学協働プログラム・「ウェアラブル機器によって得られた医療ビッグデータを活用するための数理モデルの開発」
- ・ COC 事業「国際的視点に立った福井県における高大連携数理教育の検討と実践」



# 分岐神経軸索の形態制御システム

小西 慶幸

福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻

福井大学大学生命科学複合研究教育センター

福井市文京 3-9-1

e-mail:ykonishi@u-fukui.ac.jp

## Intracellular systems regulating axonal arborization

Yoshiyuki Konishi

Graduate School of Engineering, University of Fukui

Research and Education Program for Life Science, University of Fukui

University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui 910-8507, Japan

**Abstract:** The establishment of neuronal morphology is important for the nervous system to process signals. Although extracellular molecules play important roles in controlling neuronal morphology, isolated neurons are capable to extend axons and establish mature branched axonal arbor morphology without particular cell-extrinsic cues in culture. Molecular systems that control this cell-autonomous process remain to be elucidated. We describe the intracellular molecular mechanisms that control axonal morphology, by focusing on the regulation of microtubules and axonal transport.

**Keywords:** Neuron, Axon, Dendrite, Branch, Microtubule

### 緒言

細胞機能の制御に関わる分子群は、細胞内で均一なネットワークを形成しているのではなく、細胞内の区画に依存して領域依存的に分子間相互作用が制御されると考えられる。特にこのような機構は複雑な形態をもつ神経細胞の維持において重要である。神経軸索が維持される機構として、軸索を標識するなんらかの分子機構が存在し、位置情報として機能する可能性が考えられてきた。このことは軸索の先端部を切断すると元の場所に軸索が再生するのに対し、細胞体近傍で切断すると残った軸索が退縮するという観察によっても裏付けられる。我々はこれまで神経機能を制御する細胞内分子ネットワークを解析し、軸索の伸長、極性の形成における新しい機構を明らかにした。これまでの研究結果から、海馬錐体細胞の極性形成の過程でチューブリンの翻訳後修飾が物質輸送の方向性および形態の維持に関わる可能性を見いだした。さらに、これまでの結果を踏まえ、分岐軸索の形態制御の細胞内分子機構を解析した。神経細胞は安定性と可塑性を保ちながら複雑に分岐した軸索パターンを構築・維持する。細胞形態を司る主要な分子反応、即ちアクチン繊維や微小管の重合またモーター分子のキネティックスについての理解が進んできたが、軸索パターンの制御をこれら分子反応の延長として理解するのは容易ではない。本研究課題では細胞を構成する微細構造の動態解析に軸索内輸送を介した空間的情報の伝播という視点を加えた解析により、軸索パターンを調節する細胞内システムの解明を試みた。

## 方法・結果

生後 5-6 日の ICR マウスより小脳を摘出し、トリプシンにより処理することで小脳顆粒神経細胞の初代分散培養を調整した。蛍光タンパク質と融合したチューブリン、微小管結合タンパク質、微小管モーター分子をコードする遺伝子を導入し、神経細胞内に発現させることで、分岐軸索の形態を解析すると同時に、軸索内の微小管や軸索輸送の動態を解析した。この結果、軸索パターンニングにおいて特定の枝に選択的にモーター分子が分配されることで局所に軸索退縮を阻害する可能性を示した。さらに、分岐軸索内の枝に依存して微小管の安定性が異なることを見出した。微小管の安定化に依存するマーカーの解析や微小管の伸長速度の解析から、各枝の長さという幾何学的要因により微小管の安定性が制御される可能性が示唆された。

## 結言

一連の研究により、微小管や軸索輸送において軸索内の領域に依存した違いが存在することが示された。微小管の制御の違いは空間に依存して安定性が制御される機構と、枝長に依存して制御される機構が想定される (Fig. 1)。今回の解析結果は後者の機構の存在を示唆するものであり、この下流で軸索輸送が制御されると考えられる。

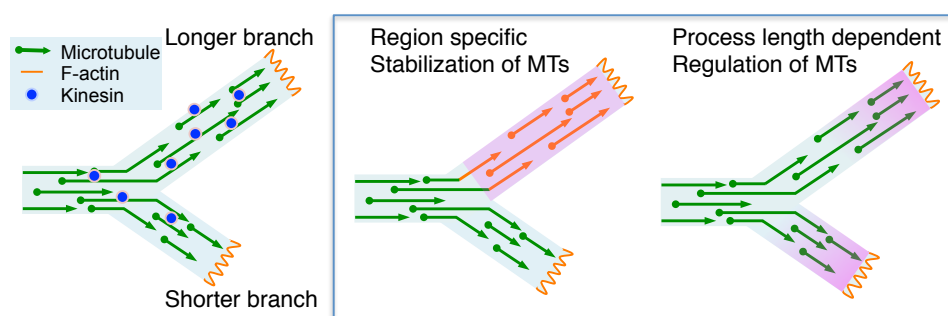


Fig. 1 分岐軸索において微小管および軸索輸送の違いを生じる細胞内機構のモデル。領域依存的および枝長依存的な制御機構を示す。

## 参考文献

- [1] Y. Konishi, *Forma* **29** (2014) 51
- [2] Y. Konishi, J. Stegmüller, T. Matsuda, S. Bonni and A. Bonni, *Science*, **303** (2004) 1026
- [3] T. Nakata and N. Hirokawa, *J. Cell Biol.*, **162** (2003) 1045
- [4] C. Jacobson, B. Schnapp and G.A. Banker, *Neuron*, **49** (2006) 797
- [5] Y. Konishi, and M. Setou, *Nat. Neurosci.*, **12** (2009) 559
- [6] K. Kubota, T. Seno, and Y. Konishi, *Brain Res.* **1539** (2013) 15



# がん細胞の運動制御システムの数理解の理解に向けて

堤 弘次、太田 安隆

北里大学理学部細胞生物学講座、相模原市南区北里 1-15-1

[k.tutumi@kitasato-u.ac.jp](mailto:k.tutumi@kitasato-u.ac.jp)

Regulatory mechanism of cancer cell migration

Koji Tsutsumi, Yasutaka Ohta

Division of Cell Biology, Department of Biosciences, School of Science

1-15-1 Kitasato, Sagamihara, Kanagawa

**Abstract:** Cell migration is a fundamental process involved in embryonic development, immune defense, and cancer cell metastasis. Lamellipodia and membrane blebbing are cell structures used for cell migration. FilGAP, a Rac specific GAP protein, suppresses lamellae formation and stimulates formation of membrane blebbing. In this study, we revealed that FilGAP regulates cell migration by promoting the conversion from lamellipodia to membrane blebbing in response to EGF.

**Keywords:** 細胞運動、アクチン細胞骨格、葉状仮足、膜ブレブ、RhoGTPase

細胞運動は生物の個体発生、免疫応答といった生理現象から、がん細胞の浸潤・転移といった病理現象にも関与する重要な生命現象である。細胞は運動する時には形態の変化と運動に必要な力学的な力を生み出す必要がある。細胞の形態形成と力の発生には細胞骨格タンパク質であるアクチンの働きが重要である。単量体アクチンタンパク質が重合し多量体を形成することでアクチン繊維が形成される。アクチン繊維はアクチン結合タンパク質の働きによって多様なかたちに組み替えられることで、細胞の形態形成や運動に必要な力学的な力を生み出す。

細胞が運動する際に使う仮足構造として葉状仮足と膜ブレブがある(図 1)。葉状仮足は網目状のアクチン繊維が重合することで形成される薄い膜状の構造である。一般的に葉状仮足は運動する細胞の前方に形成され、細胞膜を運動方向に伸展することで細胞は運動すると考えられている。一方で膜ブレブは泡状の突起構造であり、生体内でがん細胞や始原生殖細胞が運動する際に用いられることが近年明らかとなってきた(1)。膜ブレブの形成には細胞皮層のアクトミオシンの活性化が重要であることが知られている。

葉状仮足と膜ブレブの形成にはアクチン繊維の再編成を制御する Rho ファミリー低分子量 G タンパク質(Rho family GTPase; RhoGTPase)の働きが重要である。RhoGTPase はグアニンヌクレオチド交換因子(GEF)により活性化され GTPase 活性化タンパク質(GAP)

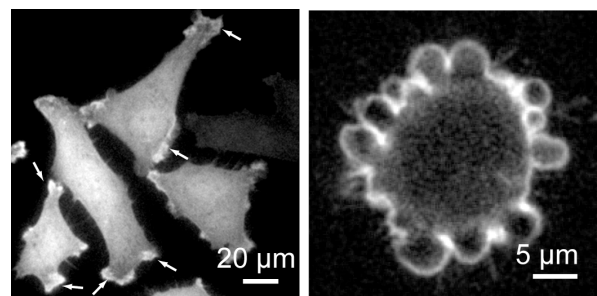


図 1. 葉状仮足 (左) と膜ブレブ (右)

により不活性化される。我々は RhoGTPase を不活性化する GAP 因子として FilGAP を単離している(2)。FilGAP は RhoGTPase の一つ Rac の活性を抑制することで葉状仮足の形成を抑制し、膜ブレブの形成を促進する働きを持つことが分かっている(図 2)。

液性因子や細胞外基質といった細胞外からの刺激に応答したシグナルの変動を介して FilGAP の活性が変化することでアクチン繊維が再編成され葉状仮足と膜ブレブが切り替えられると考えられるが、葉状仮足と膜ブレブを切り替えるシグナル伝達経路は不明な点が多い。

我々は上皮成長因子(EGF)の下流で FilGAP が活性化することで葉状仮足から膜ブレブへの切り替えを促進することを明らかにした。この FilGAP を介した葉状仮足から膜ブレブへの変換は実際に細胞運動を制御することも明らかにした。

シグナル伝達、アクチン繊維の再編成、そして運動様式の切り替えの時空間的な関係性を明らかにすることで、がん細胞の運動制御システムを数理的に理解する方法を模索したい。

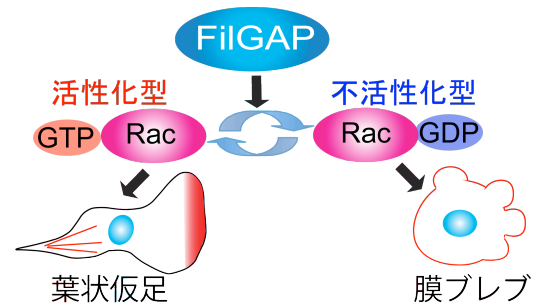


図 2. FilGAP は葉状仮足の形成を阻害し、膜ブレブの形成を促進する

1. Charras et al., Nat Rev Mol Cell Biol. 2008 Sep; 9 (9): 730-6
2. Ohta Y et al., Nat Cell Biol. 2006 Aug; 8 (8): 803-14.

# 微細ファイバーを用いた細胞遊走挙動の解析と制御

藤田 聡

福井大学大学院工学研究科繊維先端工学専攻（福井市文京 3-9-1）

e-mail: fujitas@u-fukui.ac.jp

## Analysis and Control of Cell Migration by Using Fine Fibers

Satoshi FUJITA

Department of Frontier Fiber Technology and Sciences, Graduate School of Engineering, University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui 910-8507, Japan

**Abstract:** To evaluate cell migration process into extracellular matrix (ECM) in a real-time, we have established an experimental model mimicking the oriented geometry of ECM for time-lapse observation of cell migration by using a single electrospun fiber. As a result, we evaluated metastatic behaviors of cancer cells in a 3D-environment as a 1D-migration along with a nanofiber quantitatively. It is shown that the single fiber-based experimental setup is an effective tool for the real-time analysis and control of cell migration process.

**Keywords:** cell migration / fine fiber / collagen / invasion / extracellular matrix

### 1. 緒言

癌は日本人の死因の第1位を占め、効果的な診断と治療法の開発が強く望まれている。癌による死亡の多くは原発巣からの転移の結果によるものであり、転移を理解し、抑制することが癌の根治に繋がる。転移とは、癌細胞が血流等に乗って他の組織に移動する複雑なプロセスであり、転移の初期では、癌細胞が間葉組織を分解しながら浸潤し、生体組織中をかいくぐって血管まで遊走する。したがって、転移を理解し抑制するには、間葉組織中の細胞の浸潤・遊走挙動に関する理解が不可欠である。細胞遊走に関しては、これまでに培養皿等の2次元平面上での実験により、単個細胞レベルで詳細に解析されてきたが、結合組織中での細胞遊走は、移動速度が亢進するなど、平面上とは明らかに異なる移動様式や細胞形状を示す<sup>[1]</sup>。このため、癌細胞の浸潤を理解するためには、2次元平面のみならず3次元空間である結合組織中での細胞の挙動を理解する必要がある<sup>[2]</sup>。本研究ではコラーゲン等の細胞外マトリクスがナノメートルサイズの繊維状の構造から構成されている事に着目し、結合組織中での細胞遊走を1本のファイバーに沿って細胞が遊走する過程にモデル化できると考えた。本発表では、コラーゲンファイバーに沿った癌細胞の運動の様子をリアルタイムで観察し、定量的に評価した結果を報告する。

### 2. 実験

レーザー加工機で自作した担持用のアクリル樹脂の基材上に、微細ファイバーを張った。今回、架橋度の異なる2種類のコラーゲンファイバーを用いた。このファイバー上にヒト腫瘍由来 HT-1080 細胞を播種し、接着させた。ファイバーは浮いた状態になっており、細胞はこの浮いた部分でファイバーに接着する。細胞の接着を確認した後、ファイバー周辺をアルギン酸ゲルによりゲル化させた。これをタイムラプス顕微鏡で5 min 毎に12 h 観察し、その運動を定量的に解析した。

### 3. 結果と考察

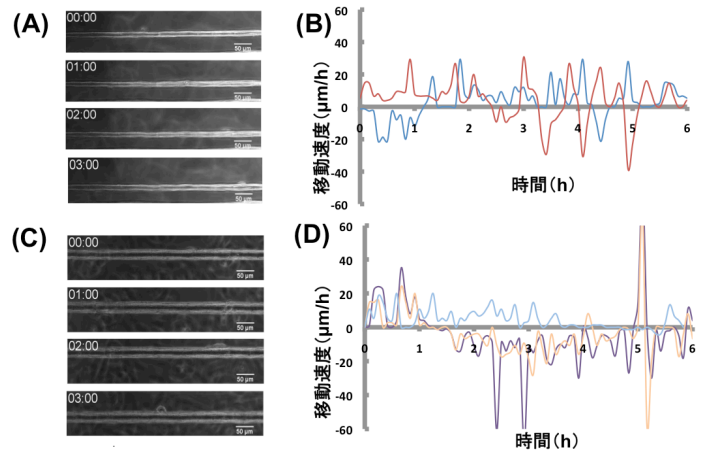
コラーゲンファイバー上で細胞が運動する様子を Fig 1 に示す。動きは細胞核の位置を基準に移動速度を定量化した。低架橋コラーゲンおよび高架橋コラーゲンのいずれを用いた場合においても、細胞はファイバー上に接着し、運動性を示した。次にアルギン酸ゲルに埋入されたコラーゲンファイバー上で、細胞がファイバーに沿って移動している様子を Fig. 2 に示す。低架橋コラーゲンを

用いた場合、ファイバー周辺部がアルギン酸ゲルで固められているにもかかわらず、ファイバーに沿った細胞遊走が見られた。一方高架橋コラーゲンをを用いた場合、細胞はほとんど移動しなかった。さらに、低架橋コラーゲンをを用い、培地中に添加物として MMP 阻害剤を含有させて観察をおこなった結果を Fig. 3 に示す。高架橋コラーゲンをを用いた場合と同様、細胞はほとんど移動しなかった。これらの結果から細胞は低架橋コラーゲンを MMP により分解し、生じた間隙を縫うように移動しているものと考えられた。

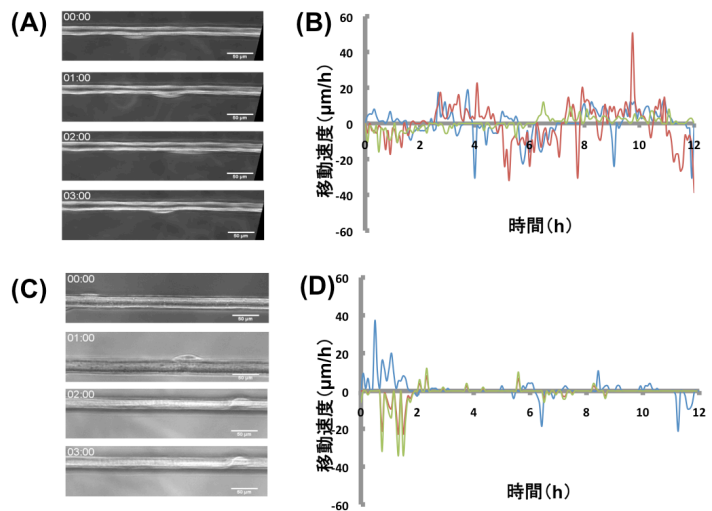
本手法により、細胞の浸潤性や遊走性などの個々の細胞に関する情報が得られるだけでなく、細胞の浸潤を許容する細胞周辺環境のコラーゲンマトリクスに関する情報も得られ、癌細胞の浸潤抑制のツールにも応用できる。また転移の抑制作用を有する薬剤のスクリーニング等にも有用な浸潤性評価のための解析ツールとしての利用にも期待される。

#### 参考文献

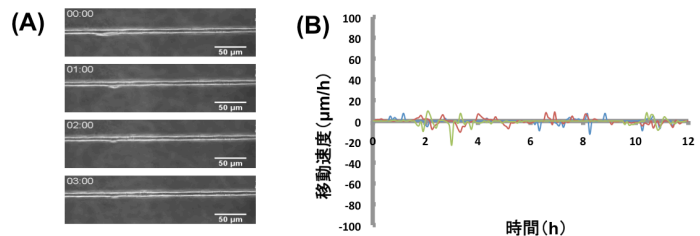
[1] *Nat Rev Mol Cell Biol.* 13, 743-747 (2012). [2] *Nat Rev Cancer* 14, 314-328 (2014).



**Figure 1** Cell migration of cells on a (A, B) lower-crosslinked and (C, D) higher-crosslinked collagen fiber in medium.



**Figure 2** Cell migration of cells on a collagen fiber embedded in alginate gel. (A, B) Cell migration on a lower-crosslinked collagen fiber. (C, D) Cell migration on a higher-crosslinked collagen fiber.



**Figure 3** Cell migration of cells on a lower-crosslinked collagen fiber embedded in alginate gel in the presence of MMP inhibitors.

# 糸状菌コロニーのパターン選択則のモデル化の研究

松浦 執

東京学芸大学、東京都小金井市貫井北町 4-1-1

shumats0@gmail.com

## Modeling of Colony Pattern Selection of Filamentous Fungi

Shu Matsuura

Tokyo Gakugei University, Faculty of Education, 4-1-1 Nukuikita, Koganei, Tokyo 184-8501, Japan

**Abstract:** Colony morphology of wild and mutant strains of *Aspergillus nidulans* at various nutrient and agar levels was investigated. To understand basic pattern selection rules, a colony model with three parameters, i. e., the initial nutrient level and the step length of nutrient random walk as the external parameters, and the frequency of nutrient uptake as an internal parameter, was constructed.

**Keywords:** Fungal Colony, Diffusion, Growth Rate

本研究[1]では、糸状菌の1種であるコウジカビ (*Aspergillus nidulans*) の野生株および種々の変異株 (米国 Fungal Genetic Stock Center 系統保存) を、種々のペプトン濃度 (0.01~0.5%) および寒天濃度 (0.3~4%) のペプトン寒天培地で培養した。この結果大きく分けて、どのような条件でも円形で明瞭な界面を示すタイプ A と、低寒天濃度で、凝集した樹状形態を示すタイプ B に分類された。

この菌糸成長について、初期栄養濃度、栄養粒子の拡散、菌糸の栄養吸収頻度をパラメータとした栄養粒子が乱歩する離散型のコンピュータモデルを作成した。菌糸成長シミュレーションにより、低寒天濃度で見られるタイプ A, B のパターン転化を、拡散性の高い培地で、菌糸成長率が低下するために、反応律速的な菌糸の凝集が起きたためと解釈した。

さらに、コロニー拡大率が減少しつつ形成されるマウンド状の稠密コロニー成長については、菌糸の密集化にともなう成長率の低下によるものと推測された。実験によれば、菌糸体が3次元的に集積する場合には、菌糸伸張率が低下するとともに菌糸体が積み上がることが観察された。菌糸体が2次元的に伸張する菌株では菌糸伸張率の低下はほとんど見られなかった。菌糸伸張率は、栄養濃度よりも菌糸の混み合いにより強く影響を受けることが見られた。コロニーモデルにこの菌糸集団効果を導入したところ、コロニー周縁に密集が起き、拡散性の培地でコロニーサイズが小さくなることが確かめられた。

菌糸体の凝集は、成長阻害物質の蓄積を伴い、菌糸の自己成長阻害効果をもたらすと考えられる。Lopez ら[2]は老廃物の蓄積による成長阻害効果を導入したモデルを作成し、コロニー界面に乱れが生じることを示した。このような乱れの成長機構も、乱れたコロニーのパターン成長の詳細において考慮する必要があるだろう。

1. Matsuura, S. Physica A 315 (2002) pp.125-136.

2. Lopez, J. M., Jensen, H. J. Phys. Rev. Lett. 81(8) (1998) pp.1734-1737.



# 睡眠医療ビッグデータを利活用する数理科学に期待すること

中野 那津子

名古屋市立大学病院 睡眠医療センター  
467-8601 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町字川澄 1  
n.nakano@med.nagoya-cu.ac.jp

## How to connect sleep medicine and mathematics science with a big data from polysomnography

Natsuko Nakano

Good Sleep Center Nagoya City University Hospital  
1 Kawasumi Mizuho-cho Mizuho-ku Nagoya 467-8601, Japan

**Abstract:** Physiological studies on sleep disorders are often reported, since the OSAS (obstructive sleep apnea syndrome) defined in 1978. OSAS is already known itself may affect circulatory, respiratory, and metabolic systems to cause hypertension, strokes, diabetes, and life threatening diseases. Beside the OSAS, there are a number of sleep disease, such as parasomnias; sleep walking, REM-related parasomnia. PSG is a diagnostic tool in sleep medicine. A polysomnography will typically record many information; brain waves, respiratory, muscle activity, and others, when he/she falls asleep. Many wire attachments to the patient, these are connected to a computer system for recording, storing and displaying the data. During sleep the computer monitor can display multiple channels continuously, and technicians have to analyze how do physiologic events affect each other. Thus PSG contains a huge number of data, and in many cases, entire information is not able to analyze but partial observation depends on patient's complain.

Data of PSG and cases of REM-related parasomnia will be presented from medical field to ask any opinion in whose specialty of mathematics science area, for connecting both together to contribute to sleep medicine.

**Keywords:** Sleep disorder, Polysomnography, parasomnia, electromyogram, quantitative analysis

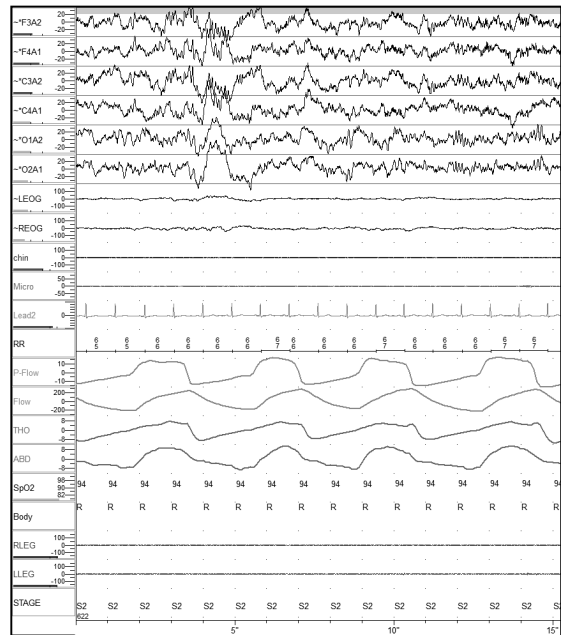
### 1. はじめに

多くの研究により睡眠障害そのものが他の合併症を引き起こすことや、経済的、社会的損失など様々な影響を与えることが明らかになってきている。睡眠医療は個々の睡眠の質を良くするだけでなく、睡眠障害を治療することによりこれらを予防すること

ができる。

## 2. PSG 検査

睡眠の状態や睡眠障害の原因を知る方法として PSG 検査が用いられている。睡眠障害には睡眠時無呼吸、周期性下肢運動などの異常運動、睡眠時遊行症や REM 睡眠行動障害に代表される随伴症など多岐に渡り、PSG 検査はこれら診断のゴールドスタンダードに位置づけられている。<sup>1)</sup> PSG は脳波、眼電図、筋電図を基本とし、さらに各疾患の病態把握に必要な呼吸や心電図、ビデオなどを追加し終夜に渡り記録する。データの解析は、検査技師が睡眠、呼吸、運動などについて視察判定を行っている。<sup>2)</sup>



## 3. PSG データの定量化

これまでも PSG データを用いた研究が数多くあり、睡眠障害と合併症との関係や治療効果などが報告されてきた。しかしながらこれらに用いられた PSG データの多くは視察判定によるものである。睡眠医療における莫大な未解析データを活用するには、個々の生体情報の定量化が望まれる。そこで今回、レム睡眠行動障害の筋電図の定量化とその意義について紹介する。

## 4. まとめ

これまでわれわれは波形を重視し生理現象の傾向の観察を主に行ってきた為、データの定量化には限界があった。一方、波形はデジタル化することができる。定量化することにより多くのデータの睡眠の情報が分析でき、これまでに蓄積してきたデータも今後の医療に利活用できるものと考えている。

## 参考文献

1) International classification of sleep disorders, 3rd ed. American Academy of Sleep Medicine Darien, IL, 2014.

2) AASM による睡眠および随伴イベントの判定マニュアル—ルール,用語,技術的仕様の詳細 VERSION 2.1— (日本睡眠学会監訳), ライフ・サイエンス, 東京, 2014.



地方自治体による感染症への行政対応の実証研究  
—2009年新型インフルエンザを事例として—

小森 雄太

明治大学政治制度研究センター

東京都千代田区神田駿河台 1-1

tz14028@meiji.ac.jp

**An Experimental Study of Crisis Management  
by Local Government in Japan:  
Focusing on Influenza Pandemic (H1N1) 2009**

Yuta KOMORI

Meiji University, Center for Advanced Research on Political Institutions  
1-1 Kanda-Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8301 JAPAN

**Abstract:** This presentation aims to, as a part of the research on the administrative responses to new infectious diseases, clarify decisive factors of local government responses for crisis management. In particular, I will focus surveillance systems for the pandemic by local governments. So this presentation attempts to comparative analysis of responses by Kobe city and Sendai city in Japan, as a frontline for Influenza Pandemic (H1N1) 2009 and shows value and possibility of using wearable devices.

**Keywords:** Influenza Pandemic (H1N1), Local Government, Surveillance (System), C4ISR

**問題の所在（本報告の目的・分析手法）**

本報告は、2009年新型インフルエンザ（インフルエンザ（H1N1）2009）に対する地方自治体によるサーベイランス体制の実態解明の一環として、神戸市及び仙台市のサーベイランス体制を比較・検討し、地方自治体に於けるサーベイランス体制の在り方を提示すると共に、より良いサーベイランス体制の構築に資する課題を提示することを目的としている。本報告で取り扱うサーベイランス（surveillance）とは、感染症の発生や拡大に対する見張りや監視（制度）を意味しているが、特にヒトへの感染症については、国民に正確な情報を提供する為に、日常的に種々の感染症の発生動向を監視することが感染症法に規定されている。

**新型インフルエンザに対するサーベイランス体制**

本報告に於いては、国（内閣官房、厚生労働省、農林水産省等）が新型インフルエンザ

行動計画に基づいて実施したサーベイランスのみならず、一般的に失敗例と看做された神戸市や同じく成功例と看做された仙台市におけるサーベイランスを包括的に調査し、実施に至るまでの背景や実施後の経過について概観している。

### 地方自治体におけるサーベイランス体制への評価

本報告に於いては、前述の調査を踏まえ、国、神戸市及び仙台市によるサーベイランスに対する評価を行い、「(神戸市や仙台市を含む)地方自治体の対処方針の基礎となったのは、国が規定した行動計画であり、地方自治体に於けるサーベイランス体制は行動計画を前提に企画・実施されていた」ことや「(サーベイランスによって得られた)情報の分析や評価、運用する為の体制が整備されていなかったこと」等を明らかにした。

### おわりに (本報告の結論と今後の課題)

以上の調査及び分析を踏まえ、本報告に於いては、サーベイランスの必要性及び重要性を指摘すると共に、2009年当時実施されたサーベイランスの問題点を指摘した。そして、サーベイランスを効果的に実施する為には、「実施目的の明確化」と「C4ISR (Command (指揮)、Control (統制)、Communication (通信)、Computer(s) (コンピューター)、Intelligence (インテリジェンス)、Surveillance (監視)、Reconnaissance (偵察))体制の整備」が急務であり、ウェアラブル機器の利活用により、これらの課題が解決出来る可能性を提示している。

### 参考資料

M. Ishiduki, S. Komatsu, and Y. Komori, "Measures the administration took against Influenza Pandemic (H1N1) 2009: Analysis of the result of the questionnaire survey to the local government," *The Journal of the College of Engineering of Nihon University*, Vol. 54 No. 2 (2013), pp. 65-80.

M. Ishiduki, "The Surveillance System in Kobe City," *Health Labour Sciences Research Grant Report 2011* (2012), pp. 37-48.

Y. Komori, "The Surveillance System in Sendai City," *Health Labour Sciences Research Grant Report 2011* (2012), pp. 79-89.

Y. Komori, H. Miyasugi and N. Matsuoka, "Comparative Analysis of Surveillance Systems on Local Government in Japan," *Health Labour Sciences Research Grant Report 2012* (2013), pp. 51-70.

Y. Komori, "A Study of Surveillance Systems on Local Government in Japan: Focusing on Influenza Pandemic (H1N1) 2009," *Taiwanese Political Science Association 2014 Annual Meeting Proceeding* (2014), pp.1-16.

T. Miyawaki (ed.), *Health Labour Sciences Research Grant Report 2011-2012* (2013).

ウェアラブルデバイスを用いた  
高度産業人材の育成に関する基礎的研究

五條 理保

明治大学政治制度研究センター

東京都千代田区神田駿河台 1-1

r-gojo\_s@spf.or.jp

**A Basic Study of Advanced Human Resource Development:  
Focusing on Utilization of Wearable Devices**

Riho GOJO

Meiji University, Center for Advanced Research on Political Institutions

1-1 Kanda-Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8301 JAPAN

**Abstract:** This presentation aims to introduce that the human development program is directed by Meiji University, Center for Advanced Research on Political Institutions, and clarify issues on full-scale enforcement.

In this presentation, we will introduce the program based on issues on human resource development that “past human resource development programs are based on natural science mainly on the technologies, especially this trend is remarkable in developing countries”, and “certain developed societies have to understand and use knowledge about institutions and organizations based on social sciences”, and precipitate future issues in the program.

**Keywords:** Human Resource Development, Wearable Device, Social Sciences, Institutionalism, Organizational Theories

**はじめに（本報告の目的）**

本報告は、報告者が事業実施責任者を務める明治大学政治制度研究センター（以降「当センター」とする）が取り組む人材育成プログラム（以降「本プログラム」とする）を紹介し、来年度以降の本格実施に向けた課題を析出することを目的としている。

当センターにおいては、「社会科学に関する教育が科学技術などの自然科学と比較すると、特に発展途上国においては、無視あるいは軽視されていたこと」や「ある程度成熟した社会では、社会を形成する基盤は制度やそれに基づく組織であり、これらへの理解を深めることが社会を高度な次元、具体的には先進工業国に伍する状態に到達させるためには不可欠であること」を踏まえ、発展途上国におけるグローバル人材育成に資する社会科学教育、特に制度や組織のあり方に関する教育を実施し、人材育成の観点から発展途上国の発展に

資することを目的とした人材育成プログラムを2015年4月より実施している。

本プログラムにおいては、発展途上国のエリートとなりうる大学生やその指導者である若手研究者を対象とした出張講義や日本国内における研修を実施し、上記目的の達成を目指しているが、これまでの人材育成、特に途上国におけるグローバル人材育成は、テクニクラートに代表されるいわゆる技術者の養成が中心であったこれまでの人材育成プログラムにおける課題を補完する物であり、発展途上国に対する支援の新たな形態であると看做すことができる。

### 現在までの取り組み

本プログラムの実施に先立ち、プリンス・オブ・ソクラー大学人文・社会科学部東洋言語学科および福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻から参加協力の内諾を得ている。また、当センターにおいては、若年層への政治教育のあり方についての調査研究を実施しており、2015年7月にも日本学術会議と共催で「若者の投票率をいかに向上させるか」と題した公開シンポジウムを開催し、政治教育のあり方に関する知見を提示するとともに、想定される諸課題についての検討を行っている。併せて、情報共有ネットワークおよびSNSネットワークの構築を目指し、既に既存のSNS（FACEBOOKやTwitterなど）を用いた試験的な試みを実施している。

### おわりに（今後の課題）

本プログラムにおいては、事業の進捗に合わせ、本プログラムの対象となる国や地域を増やし、より充実した体制で実施することを予定しており、既にマレーシア・クランタン大学言語教育・人材育成センターをはじめ、アジア各国の教育機関や研究機関に対し、2017年度以降の本事業への協力を打診している。そして、実施手法の高度化および精緻化についても精力的に実施するための取り組みを予定している。特にウェアラブルデバイスについては、人材育成に利活用する試みが現状においては皆無であることやセミナー受講者や研修参加者の学習状況を把握するための有効な手段となりうることを踏まえ、具体的な利活用を推進するための方策を提示するための試みを推進することを予定している。

### 参考資料

文部科学省高等教育局医学教育課「課題解決型高度医療人材養成プログラム（概要・公募要領」（2014年5月）。

関西広域連合「課題解決型インターンシップ事例集」（2015年3月）。

Gojo, R. “A Basic Study of Human Resource Development in Developed Countries: Focusing on Advanced Human Resources Development”, Intercultural Learning and Community Engagement 2015 Colloquium (November/2015).

# 座面圧センサーで収集した呼吸情報による身体状態推定

横山 清子

名古屋市立大学大学院芸術工学研究科

〒464-0083 名古屋市千種区北千種 2-1-10

yokoyama@sda.nagoya-cu.ac.jp

## Estimation of Physiological State Based on Respiratory Information Measured by Seat Pressure Sensor

Kiyoko YOKOYAMA

Nagoya City Univ., Graduate School of Design and Architecture,  
2-1-10, Kitachikusa, Chikusa-ku, Nagoya 464-0083, Japan

**Abstract:** In this study, we proposed measuring method of respiratory information by seat pressure sensors. Decreasing arousal level or mental work stress was possible to estimate from the respiration time series and respiratory velocity.

**Keywords:** Respiratory information, Physiological state, Seat Pressure Sensor, Arousal level.

### 1. はじめに

日常生活中に生体信号を連続データとしてセンシングして心身の状態をモニタリングする方法は、身体にセンサーを装着するものと、部屋、家具、道具などに測定装置を組み込むものがある。本研究では、事務椅子や自動車シートの座面に組み込んだ圧力センサーで測定する座面圧から、ヒトの呼吸間隔と身体動作を抽出し、覚醒度、作業に伴う緊張感などの身体状態推定を目的とする。ここでは、胸腹呼吸センサーにより測定した呼吸間隔時系列を用いた覚醒度、緊張感などの推定方法の検討結果を述べる。

### 2. 測定方法

シート座面に組み込んだ面圧センサーで測定した座面圧と、呼吸に伴う胸部もしくは腹部の動きを、無線式多用途生体信号測定装置 WEB7000(日本光電工業製)により測定した。実験協力者は、23名の健常大学生である。1)約3分間のニュース原稿の音読、2)高速道路走行を模擬した映像を5分間視聴し、途中3回表示される目的地までの距離を示した看板から距離を読み取り筆記する精神作業、3)高速道路の夜間走行を模擬した映像を30分間視聴する眠気誘導課題を対象とした。眠気誘導課題で、実験中の顔表情のビデオ映像を2名の評価者が観察して、30秒間隔で5段階眠気評定を実施し、その平均値を眠気値とした<sup>(1)</sup>。

### 3. 解析方法

呼吸曲線は20HzでA/D変換し、ピーク間隔を呼吸間隔時系列として算出した。30秒間隔で呼吸間隔の平均値RIと(1)式に記述するRrMSSDを求めた。

$$RrMSSD = \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (Resp(i+1) - Resp(i))^2 / (n-1)} \quad (1)$$

ここで、Resp(i)は呼吸間隔時系列、nは30秒間の呼吸数である。

また、呼吸速度として10秒間隔でR<sub>vel</sub>を求めた。呼吸曲線を窓幅11点で平滑化し、差分時系列を求め、それに全波整流を施した後、10秒間隔で平均値を算出する。

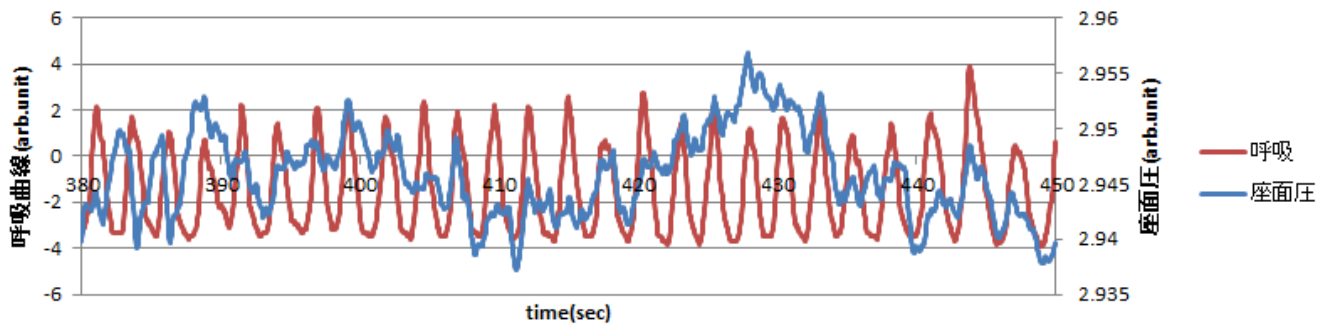


図1 座面圧と呼吸曲線の例

#### 4. 結果

図1には、同時に測定した座面圧と呼吸曲線を示す。座面圧において呼吸曲線に同期した変動が見られることが分かる。事務椅子、自動車シートの座面に装着した面圧センサーから、4chの圧力信号を測定し、呼吸曲線を抽出する実装実験を行っている。

低覚醒で眠気に抗した状態では、覚醒努力のために、あくびや深呼吸、体動が顕著となる。これにより、RIの増加と、呼吸間隔の乱れによるRrMSSDの増加が見られる。30秒間隔で算出したRI、RrMSSDが、直前30秒の値より増加した時点を眠気検出候補点とした。しかし、音読や看板読み取り・筆記作業時にも、RI、RrMSSDの増加が見られた。10秒間隔で算出したR<sub>vel</sub>の眠気検出候補時直前1分間の6点の変化に着目すると、低覚醒においては30秒前以前からR<sub>vel</sub>の増加が認められるが、作業時においては、検出時直前のみでR<sub>vel</sub>の増加となる傾向であった。

#### 5. まとめ

本研究では、呼吸間隔時系列を事務椅子や自動車シートに組み込むことによる呼吸曲線の測定を提案している。呼吸曲線から得られた呼吸間隔時系列を用いることで、覚醒度低下に対する覚醒努力の推定、覚醒努力と精神作業や音読に伴う呼吸の変化を分類できる可能性を得ている。

生体信号をビッグデータとして収集するためには、リアルタイムに心身の状態を判別し、その情報を生体信号とともに測定する必要がある。ここでは、体動の影響などを受け易い、意識的な制御が可能などの理由から、着目されることが少なかった呼吸間隔変動に着目し、簡便なアルゴリズムで計算でき、マイコンなどによりリアルタイム算出が実装できる指標による身体状態推定の可能性を述べた。

#### 参考文献

(1) 北島、沼田、山本、五井：自動車運転時の眠気の予測手法についての研究、日本機械学会論文集、63、613、3059-3066、(1997)

# SSH の運営委員および高校への模擬授業の経験から考える 数理教育の高大連携

吉野 隆

東洋大学理工学部, 〒350-8585 川越市鯨井 2100

tyoshino@toyo.jp

## Cooperation of High School and University in Mathematical and Science Education

Takashi Yoshino

Toyo University, Kujirai 2100, Kawagoe 350-8585, JAPAN

**Abstract:** The cooperation of high school and university consists of two parts: education and research. The latter type of cooperation is difficult in the field of mathematical and science education because researches on mathematics and mathematical sciences are not based on experiments.

**Keywords:** Cooperation of High School and University, Research and Education, Super Science High School

### 1. 高大連携のタイプ

高大連携は「教育」と「研究」の二つのタイプに分かれていると言える。ここでは、大学で学ぶ内容や高校で学ぶ内容が大学においてどのように関わるのかを紹介することや体験させることを教育タイプの高大連携と呼ぶことにする。一方で、大学の教員が研究指導を行いその成果を高校の内外で発表させることを研究タイプの高大連携と呼ぶことにする。教育タイプの高大連携については分野間で難しさの違いはない。しかし、研究タイプの高大連携については、分野によってその難しさには違いがあるように感じる。

### 2. 高校生による研究の特徴

高校生による研究は不可能ではない。BZ 反応において収束したかに見えた振動反応が再度始まることを高校の部活で発見した有名な例[1]もあるし、世界の高校生が同じデバイスを使って放射線量を測るといった研究[2]もある（これは200名以上の共著）。必ずしも全てそうだとは思わないが、世間（学会、マスコミ、教育者たちのソサイエティ）が注目する高校生の研究の多くは、実験や観察をもとにしたものであるように見える。筆者が運営指導委員として関係しているスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に採択された高校においても、好評な発表（運営委員会で話題になる研究活動）の多くは生物に関する実験や観察である。地域に特有の生き物を対象にすれば世界初の可能性はあるし、数をこなせば努力賞となる。このやり方を否定するつもりもないが、出てきた成果に注目し過ぎるせいで、地味な数学・物理好きな少年・少女に陽があたりづらくなることを考えると少し残念に思う。多くの自然科学分野では高校生を対象にした世界大会（〇〇オリンピック）が行われている。そこでも、数学や物理と生物や地学では運営方法（評価の方法）が少し異なるように思える。数学オリンピックで新しい定理を発見することを競うことはないし、

物理オリンピックで新しい法則を発見することを競うことはない。これは、高校までに学習する内容と専門分野との間に大きな差があることにも原因があるかもしれない。数学科には卒業研究がないという話も聞く。しかし、そこに理由を押し付けてしまうと、高校生による数理科学の研究の在り方は全く変わらないままである。

### 3. 数理科学における高大連携

数理科学における研究タイプの高大連携の難しさは、実験・観察のしにくさにあるのではないかと考えている。数理科学には（細かいことを言えば別であるが）地域特有の数学はないし、数をこなせば成果になるような方法はあまりない。振り子はどこで動かしても振り子だし、ピタゴラスの定理は何回測定しても（誤差なく）同じ関係式となる。そこで考えたいのは、数理科学における研究タイプの高大連携において、実験や観察による手法を導入できるかについてである。数理科学の利点はその普遍性（すなわち、いつでもどこでも同じ結果が得られること）にあるので、その答えはないかもしれないが…。

逆説的な話になってしまうかもしれないが、数理科学における高大連携を実現するために必要なのは、数理科学から距離をおいたところから始めることなのではないかと考えている。現象を観察して、それを数理科学的にどう捉えるのかを考えることこそが、数理科学における研究タイプの高大連携を生むのではないだろうか。筆者がSSHの運営指導委員として最近経験した事例に、自分たちが住んでいる地域における小学校や中学校を母点としたボロノイ分割を行って、実際の境界と比較するという研究があった。内容自体には不満が多いものの、数理科学に地域性や観察を導入したものとして興味深いものであった。

数理科学的な研究を行うには、身の回りにある現象を眺めて興味を持たせることから始めるべきであると筆者は考えている。その現象を観察させてその背景にある数理を見つけることで、より成果が出やすい研究ができると考えている。極端な話をすれば、コインを10回投げたら（たまたま5回ではなく）6回表が出たことから出発して、中心極限定理を再発見するプロセスは立派な（高校生の）研究になるのではないだろうか。

筆者は残念ながら純粋数学が好きな生徒を救う方法を知らない。圧倒的な学力があれば数学オリンピックに挑戦させることになるのだろうが、そのような学力がない生徒にどうやって研究する喜びを教えてあげるのかは今後の課題である。

本稿では検討できなかったが、数式処理ソフトウェアの活用についても議論する必要がある。数式処理ソフトウェアは煩雑な処理を手軽に行うことができるために、今後高校生の数理科学的な研究のためには欠かせないツールとなるだろう。

### 参考文献

- [1] H. Onuma, A. Okubo, M. Yokokawa, M. Endo, A. Kurihashi, H. Sawahata, Rebirth of a Dead Belousov-Zhabotinsky Oscillator, *J. Phys. Chem. A*, **115** (49), pp14137–14142 (2011)
- [2] N. Adachi ほか, Measurement and comparison of individual external doses of high-school students living in Japan, France, Poland and Belarus—the 'D-shuttle' project-, *Radiological Protection*, **36**, pp49–66 (2016)



# 雪国からの数理教材

高田 宗樹

福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻（福井市文京 3-9-1）

e-mail: takada@u-fukui.ac.jp

## **Educational Materials for Cooperative Mathematical Science from Regions with Heavy Snowfalls**

Hiroki TAKADA

Department of Human and Artificial Intelligent Systems, Graduate School of  
Engineering, University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui 910-8507, Japan

**Abstract:** In order to internationalize our activity of the cooperative education between the high school and the university in the mathematical science field, it is important to stare the climate and our own culture in home country and surrounding area. We herein introduce the original educational material derived from our regions with heavy snowfalls.

**Keywords:** cooperative education between the high school and the university, mathematical science field, original educational material, regions with heavy snowfalls

### 1. はじめに

平成27年2月に行われた福井大学COC事業・地(知)の拠点フォーラムでは、各活動グループの現状を踏まえて、その展開のための議論が活発になされた。当グループでは、「国際的視点に立った福井県における高大連携数理教育の検討と実践」を行っている。その一端は、コア教員が実行委員となって、運営にも参画している日本数学コンクールに関するものである。日本数学コンクールは、東海三県の大学と高校の数学教員有志の集まりである「数学と数学教育を考える会」を母体として、1990年度から実施されている。解のない問題が出題されたり、受験者自らが問題を見つけ出すことが要求されることがあり、極めてユニークな出題を見ることができる。優れた数学的思考力・探究心・および創造性を備えた人材を育成することを目的としている。

特に数学分野では、問題を静かにじっくりと考え、独創的な視点のもとに分析を行うプロセスが評価される。伝統的に、評価されるのは「個」であることが多い。これに対し、理科分野における高大連携教育では、近年、そうはなっておらず、チームプレーを重視している。これは時代の要請という助力も得て広まっているというのが実情のようである。参加者の低迷を脱するヒントがここにあったような気がする。ほどなく、日本数学コンクールでも団体戦が取り入れられ、参加者は結果的に著しく増加した。更に、国際的な視点を入れて、シンガポール国際数学チャレンジ(SIMC、2年に1回開催)と連携し、団体戦の成績に応じて1グループを同国際組織委員会に推薦している。本邦の青少年への数学啓蒙活動、および数学力の向上を狙って、この種の活動を全国的に広めるためには、今後、連携する大学研究機関を増大させる必要がある。

一方で、国際的な視点を取り入れる際、我々は「自己」を見据えて、その独創性を世界

に問うことを忘れてはいけない。数理教材然りである。そこで、福井ならではの教材開発の一例をここでは紹介する。

## 2. 教材

吹雪の中で車を運転していると、雪がナンバープレート上に吹き付けられて、テント状の雪の塊が見られることがある。どのような原理に従って、このような立体が形成されるのかを考えなさい[1]。

## 3. 解説

雪は天からの手紙である[2]

数学はモデルを使って自然現象を記述することができる。この問題は、自然にみられる『手紙』(入出力)を生成する(モデル)を求める逆問題である。本数学コンクールでは、この種の問題を積極的に取り上げ、話題を呼んできた。第1回の問題4(イースト菌の繁殖)や第2回の問題4(ミルククラウンの形)をはじめとして、第8回の問題4(ビデオのモザイク)では非鮮明な画像の復元・補完を扱っている。

さて、自然にみられる『手紙』(入出力)を観察することにより得られる「手がかり」を数学的な仮定としてまとめて議論を進める。ナンバープレート上に吹き付けられる雪の塊は南極の氷山にもみられる他(予稿集表紙参照)、積雪の多い東北地方の山肌にも確認することができる[3]。ここで、ナンバープレートは長方形であるが、一辺(梁)の長さを1とする正方形として議論を進めても一般性は失われない。

(1) テント状の構造体は地球の重力を受けるため、一定の高さ以上に成長することはない。

(2) (1)の構造体の安定性から、外界と接する表面積(単位体積あたり量)を最小化する

(1)は雪の物性(ぬれ・粘性)に、(2)は構造体からの熱の散逸に由来すると考えられる。(1)における構造体の高さ(合掌)の上限を $h$ とし、(2)のもとで棟の長さ $x$ を求める。ここで、 $x=0$ のとき棟は存在せず、最適な構造体の形としては錐体を選択されることを意味する。単位体積あたりの表面積は以下の式で与えられる；

$$\frac{S(x)}{V(x)} = \left( \sqrt{h^2 + \frac{(1-x)^2}{4}} + (x+1)\sqrt{h^2 + \frac{1}{4}} \right) \Big/ \frac{h(x+2)}{6}.$$

## 参考文献

[1] 日本数学コンクール委員会編 (2016) 2015 年度日本数学コンクールのまとめ, 名古屋大学 (In Press).

[2] 池内了編 (2002) 中谷宇吉郎エッセイ集, 岩波書店.

[3] 木村喜代志 (2013) 摩耶山有情, 荘内日報朝刊 2013 年 6 月 19 日, pp.4.

## ポスター発表



# 緩やかな傾斜での重心動揺計測—年齢比較—

柵木明<sup>1</sup> 平田隆幸<sup>2</sup> 高田宗樹<sup>2</sup>

1 福井大学工学部知能システム工学科〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

2 福井大学大学院工学研究室知能システム工学専攻〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

E-mail:masegiakira@gmail.com

## A study of body sway on slopes with tilt angles of 10°—Ages verification—

Akira Masegi, Takayuki Hirata, Hiroyuki Takada

Department of Human and Artificial Intelligent Systems,

Graduate School of Engineering, University of Fukui

Abstract : 近年高齢化に伴い救急搬送される高齢者が増えてきた。その原因の多くは転倒によるものである。そこで転倒を予防するために環境の整備が行われている。その代表的なものにスロープがある。スロープは階段より転倒の可能性は低くなるが転倒する可能性がないわけではない。そこで本研究では 10° の傾斜での重心動揺計測によりスロープの安全性を確かめることを目的として行った。計測は若年男女、中年男女及び老年男女各 16 名を対象とした。被験者に上り坂、下り坂及び、傾斜に対して横向きにバランス Wii ボードの上に立たせて重心動揺を計測し、解析を行った。解析指標として総軌跡長、外周面積、単位面積軌跡長及び、疎密度を用い、年齢間比較も行った。

Keywords: Body sway, Slope, Senior citizens

### 1. はじめに

近年高齢化に伴い救急搬送される高齢者が増えてきた。その原因の一つは転倒によるものだと考えられる。転倒を防ぐために環境の整備が行われている。その代表的なものにスロープがあるが、高齢者にとってスロープが安全であるとは言いきれない。そこで傾斜が高齢者にとってどのような負担があるのか重心動揺計測を用いて若年、中年、老年の年齢層の比較検討を行い、スロープの安全性を確かめた。

### 2. 方法

#### 2.1. 実験対象

17-29 歳の健康な若年男女 16 名 (平均±標準偏差: 22.73 ± 3.88)、30-59 歳の健康な中年男女 16 名 (平均±標準偏差: 48.92 ± 7.26)、60-77 歳の健康な老年男女 16 名 (平均±標準偏差: 69.81 ± 3.37) を対象に計測を行った。被験者には二時間前から飲食、喫煙を禁止し、事前に実験の説明を十分に行い、書面にて了承を得た。

#### 2.2. 実験方法

一定の角度になるように設計された木片を蝶番で固定された台に挟んで傾斜角度を調整できる傾斜台を作成した。本研究では 10° に調節した傾斜台の上にバランス Wii ボード(任天堂, 京都)を設置した。傾斜台の向きは横向き、後ろ向き及び前向きにして計測を行った。被験者にロンベルク姿勢でその上に立つように指示し、1 分間の安静後、開眼および閉眼にてそれぞれ 1 分間連続して測定した。被験者の頭部や視線を固定するために、被験者がバランス Wii ボードの上に立った状態で、被験者の目の高さの 2.0[m] 前方の壁に凝視点を設置し、開眼検査計測中はその視標を注視させた。尚、本実験は順序効果を考慮して、プロトコルを設定した。

#### 2.3. 検定事項

被験者ごとに、(pre)、傾斜 10 度横向き、傾斜 10 度後向き (上り坂) 及び傾斜 10 度前向き (下り坂) の 4 種類の重心動揺検査を行い、動揺図を計測する。

測定した重心動揺は x 軸方向 (右方向を正) と y 軸方向 (上方向を正) の時系列から構成される。各条件における重心動揺をから、総軌跡長、外周面積、単位面積軌跡長、および疎密度について検討する<sup>[2]</sup>。なお、本研究では有意差水準を 0.05 とする。

### 3. 結果

各年齢層について (pre)、傾斜 10 度横向き、傾斜 10 度後向き (上り坂) 及び傾斜 10 度前向き (下り坂) の重心動揺の解析指標における有意差を表 1 に示す。

表 1 向き比較 (a): 若年 (b): 中年 (c): 老年

\*: 0.05 < P < 0.01, \*\*: 0.01 < P < 0.001, \*\*\*: P < 0.001

若年	Pre 横		Pre 前		Pre 後		横 前		横 後		前 後	
	開眼	閉眼	開眼	閉眼	開眼	閉眼	開眼	閉眼	開眼	閉眼	開眼	閉眼
(a)												
総軌跡長		*								*		
外周面積												
単位面積軌跡長												*
疎密度 S <sub>2</sub>								*				
中年												
(b)												
総軌跡長		*		*								
外周面積												
単位面積軌跡長	*		*									
疎密度 S <sub>2</sub>												*
老年												
(c)												
総軌跡長			**				*	**				
外周面積	*		**		***		*					
単位面積軌跡長	**		**		**							
疎密度 S <sub>2</sub>	*		***		**		*	*				

### 4. 考察

若年では開眼時は有意差が見られなかったが、中年では開眼時の単位面積軌跡長の (pre) と横向き、(pre) と前向きの開眼時において有意差が見られた。老年になると開眼時の (pre) とどの向きにおいても有意差が見られ、横向きと前向きの間にも有意差が見られた。このことから老年者は中年者、若年者に比べると 10° の傾斜では負担が大きく、転倒する可能性も中年者、若年者に比べ高くなっている。また閉眼時は若年、中年及び、老年間の差はあまりなく、閉眼時は年齢にかかわらず、転倒する可能性が高まることが考えられる。

### 5. 参考文献

- [1] 高田宗樹、北岡良之、市川真澄、他(2003) “重心動揺における幾何学的な指標の物理学的意味”. Equilibrium Res 62:168-180.

# Kinect v2 を用いた剣道教育支援システムに関する研究

溝渕礼雄<sup>1</sup> 平田隆幸<sup>2</sup> 高田宗樹<sup>2</sup>

1 福井大学工学部知能システム工学科〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

2 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

E-mail:hitata\_takada@yahoo.co.jp

## Education Support System for Kendo Motion Based on the Computer with Kinect Sensor v2

Reo Mizobuchi, Takayuki Hirata, Hiroki Takada

Department of Human and Artificial Intelligent Systems,  
Graduate School of Engineering, University of Fukui

**Abstract:** 本研究では Kinect v2 を用いた剣道教育支援システムの可能性を検討した。平成 24 年度から中学校保健体育科目に武道が追加された。それに伴い教育支援ソフトの要望が高まっている。本研究の目的は、教育支援システムの基盤となるアルゴリズムを構築することである。Kinect v2 を用いるにあたって、計測精度と環境を検討した。経験者の振り動作中の座標データを取得し、体格を正規化することで教師モデルを作成した。教師モデルによる技判別を行い、未経験者の指導前後の判別確率の変化に注目した。判別には振りの特徴点 3 点を抽出して解析に用いた。5 回の振りから標準偏差を算出し、熟練度の定量化を試みた。結果、深度情報の精度は Kinect v1 より向上していたが、素早い動作に対しては誤認識がみられた。右手と左手の距離の標準偏差は棒を用いた場合が最も低い値になった。何も用いなかった場合は竹刀を用いた場合に対して有意に低い値になった。しかし、何も用いない場合と棒を用いた場合、棒を用いた場合と竹刀を用いた場合には有意差はみられなかった。体格を正規化して剣道の技が判別可能であると示された。剣道教育支援システムの開発の可能性が示唆された。熟練度の定量化の可能性が示唆された。

**Keywords:** Recognition System, Kendo, Kinect Sensor, Education Support System

### 1. はじめに

平成 24 年度からの中学校の必修科目に武道が追加されたことから、指導者の負担が増加した。それに伴い教育支援ソフトの要望が高まっている。また、剣道は激しい打ち合いになることがあり、体が出来上がっていない子供には危ないという意見もある。本研究で対人を仮定した練習が可能な剣道学習ソフトを開発することで、これらの問題を解決できると考えられる。本研究では、剣道教育支援システムの開発のため、判別システムに応用するためのアルゴリズムを構築する。

一般的な身体運動の計測には、モーションキャプチャが用いられる。しかし、高い精度を持つものは 1 台数千万円と高価である。そこで本研究では、現場への導入を考慮して、安価かつ簡易的な計測が可能な Kinect for Windows v2(以下 Kinect v2)の可能性を検討した。

### 2. 実験内容

12 人(未経験者 6 人、経験者 6 人)を対象に計測を行った。左側面から振り動作の計測を行い、右手と左手を結んだステイックピクチャを用いて振りの軌道、距離のばらつきを可視化し、振り動作の特徴をがみられるか注目した。また、右手と左手のユークリッド距離を算出し 2 次元と 3 次元での距離の比較を行った。

計測する動作は面打ち、胴打ち、小手打ちの 3 種類である。振り動作は各技 5 回ずつ計測を行い、右手・左手・左腰の 3 次元位置座標データを取得した。「振り始め、頂点、振り終わり」の特徴点における 5 回の平均を面打ち、小手打ち、胴打ちの 3 種類で算出し平均値モデルを作成した。

判別の方法として、振り動作から各技の教師モデルとの特徴点のユークリッド距離を算出し、特徴点との距離の値が小さいほど教師モデルの技に近い振りといえるため、この距離の値を判別の指標とした。

経験者の特徴点における 5 回の平均を各技で算出し教師モデルを作成した。被験者の体格差は得られる 3 次元座標データから身長を算出し、身長で座標データを割ることで正規化が可能であるか検討を行った。体格を正規化した教師モデルを用いて、未経験者に対しては振り方の指導を行い、経験者と未経験者の判別確率を算出した。経験者と未経験者の各技

5 回の特徴点の標準偏差を算出し比較を行った。

### 3. 結果

x と y 座標データからスティックピクチャの作成を行った。手の動きが速い、振りの頂点付近でステックピクチャに右手と左手の距離にばらつきがみられた。2次元と3次元のユークリッド距離に差はみられなかった。

振り動作を行う際に「何も持たない、棒(竹刀の柄を模した棒)、竹刀」の 3 種類での右手と左手のユークリッド距離の標準偏差を算出した。5 回の振りの標準偏差の合計を算出し比較した結果、棒を用いた場合が最も低い値であった。このとき、何も持たない場合と竹刀を用いた場合には、何も用いない場合が有意に低い値であった( $p < 0.05$ )。何も持たない場合と棒を用いた場合、棒を用いた場合と竹刀を用いた場合に有意差はみられなかった。

体格を正規化する前後での座標を比較したところ、正規化を行うことで座標の分布が 1 か所に集合しており、体格差の補正が可能であることが示された。また、体格を正規化した教師モデルでの技判別では、経験者と未経験者の判別確率は高かった。

経験者と未経験者の各技の特徴点の標準偏差の合計を算出し比較した結果、有意差はみられなかった。

### 4. 考察

体格の正規化が可能であったことから、大人の教師モデルを子供にも適応させることが可能であると考えられる。正規化した教師モデルでの判別確率が高かったことから、剣道教育支援システムの可能性が示唆された。

熟練度の定量化について、5 回の振りで得られる座標において誤認識によって値が大きくずれているものを除くと、面打ちの際に標準偏差のきわめて低い経験者がみられた。さらに多くの高段者を計測することで、値が小さい事例が多くみられれば熟練度の定量化が可能であると考えられる。

### 参考文献

- [1] 中村薫、杉浦司、高田智広、上田智章：KINECT for Windows SDK プログラミング Kinect for Windows v2 センサー対応版、秀和システム (2015)
- [2] 飯田大介：Kinect を用いた剣道の技の自動判別システムの構築、福井大学工学部卒業論文、(2013)

# 眼球心臓反射で生じる心拍とストレス指標の時間変化に対する評価

山形 洸二<sup>1</sup> 木下 史也<sup>2</sup> 高田 宗樹<sup>3</sup>

- 1 福井大学工学部知能システム工学科 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1
- 2 名古屋大学大学院情報科学研究科情報システム学専攻 〒464-8603 名古屋市千種区不老町
- 3 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

## Evaluation of heart rate and stress index in the time change on oculocardiac reflex

Koji Yamagata<sup>1</sup> Fumiya Kinoshita<sup>2</sup> Hiroki Takada<sup>3</sup>

Department of Human and Artificial Intelligent Systems of Graduate School of Engineering, University of Fukui<sup>1,3</sup>

Department of Information Engineering of Graduate School of Information Science, Nagoya University<sup>2</sup>  
E-mail:takada@u-fukui.ac.jp †

**Abstract:** ストレス社会である現代において、自律神経の働きを正常化させる手法が注目されている。眼球心臓反射(アシュネル反射)は心拍の徐脈を引き起こすことでストレスの鎮静化を引き起こすことが知られている。本研究では、眼球心臓反射による自律神経への作用が時系列でどのように変化するかを評価することで、自律神経の正常化に適切な手法を検討した。眼球心臓反射による心拍変動、加速度脈波変動をサンプリングし、得られた実験データから心拍変動時系列、加速度脈波変動時系列を作成し、それぞれのデータ長からスペクトル密度 (PSD: power spectral density) と平均心拍数を算出し、検定した。結果として、平均心拍数、平均加速度脈波については加圧した場合に有意な心拍の減少がみられ、徐脈の傾向が認められた。

**Keywords:** oculocardiac reflex, Aschner reflex, Autonomic nerves, heart rate variability, stress index

### 1. はじめに

現代はストレス社会といわれており、そのストレスによって自律神経の活動に様々な悪影響があるといわれている。これに伴い、自律神経に刺激を与え、働きを正常化させる方法として身体の反射を利用した手法が取り上げられている<sup>[1]</sup>。アイマスクのリラクゼーション効果の原理とされている眼球心臓反射(アシュネル反射)は眼球に適度な圧力を負荷することで特定の自律神経を刺激し、心拍の徐脈を引き起こすことが知られている<sup>[2]</sup>。

本研究では、眼球心臓反射による自律神経への作用を心拍変動、加速度脈波変動の解析を行うことで、心拍とストレス指標(LF/HF 成分)の時間変化を条件別に算出し、自律神経への影響を時系列の統計的有意性もふまえて評価し、その条件が自律神経の正常化に適切であるかを検討する。

### 2. 実験内容

眼球心臓反射による心拍変動、加速度脈波変動の周波数解析を行う目的で、健康な若年男性 12 名(平均±標準偏差: 22.25±1.10 歳)を対象とし、(順序効果を加味し、被験者を A 群 6 名(平均±標準偏差: 22.33±1.24 歳)、B 群 6 名(平均±標準偏差: 22.16±0.89 歳)に編成した)計 30 分間の心拍、脈波の計測を行った。被験者には実験開始前の 2 時間から実験が終了するまで、飲食・喫煙・運動の禁止を指示した。なお、被験者に事前に実験内容の説明を十分に行い、書面にて承諾を得た。

測定機器は心電図用ディスポーサブル電極×3 個(ビロード, 日本光電)、心電呼吸センサ(DL-320, S&ME)、AD 変換データレコーダ(IX-404E Data System, iWorx)、データレコーディングソフトウェア(LabScribe2, iWorx)、を心拍計測として、加速度脈波測定システム(アルテット, 株式会社ユメディカ)を加速度脈波計測として用い、それぞれのサンプリング周波数を 1KHz と設定した。実験環境は遮音された実験室で、室温 22-24℃、湿度 30%-35%に設定した。

#### 2.1 プロトコル I (A 群)

A 群の被験者に寝台で仰臥位の姿勢を保持してもらい、5 分間の安静ののち、加圧なし(5 分)、40g のおもりで加圧(5 分)、80g のおもりで加圧(5 分)、加圧なし(15 分)の順に連続して 30 分間心電測定、加速度脈波測定を行った。

#### 2.2 プロトコル II (B 群)

B 群の被験者に寝台で仰臥位の姿勢を保持してもらい、5 分間の安静ののち、加圧なし(5 分)、80g のおもりで加圧(5 分)、40g のおもりで加圧(5 分)、加圧なし(15 分)の順に連続して 30 分間の心電測定、脈波測定を行った。

### 3. 実験結果

得られた実験データから心拍変動時系列、加速度脈波変動時系列を作成し、それぞれのデータ長から 60 秒間隔で 256 個のデータを抽出、高速フーリエ変換後にパワースペクトル密度 (PSD: power spectral density) としてデータを算出し<sup>[3][4]</sup>、周波数域 0.04Hz-0.15Hz の PSD 積分値を LF、0.15Hz-0.4Hz の PSD 積分値を HF とし、算出した。またそのデータ毎での平均心拍数、平均加速度脈波を算出した。

結果として A 群、B 群それぞれで平均心拍数、平均加速度脈波 LF/HF 成分について被験者毎の加圧なし(5 分)の各データに対して、40g のおもりで加圧(5 分)、80g のおもりで加圧(5 分)、加圧なし(15 分)についての各データを有意水準を 0.05 とした Wilcoxon の符号付順位検定と比較した。平均心拍数、平均加速度脈波については A 群、B 群で加圧なし(5 分)に対して全ての条件で有意に減少した。LF/HF 成分についてはプロトコル II で加圧なし(5 分)に対して、加圧なし(15 分)の場合に有意に増加した。また 80g のおもりで加圧(5 分)対して、40g のおもりで加圧(5 分)で有意差に増加した。

### 4. 考察

平均心拍数、平均加速度脈波については加圧あり(40g, 80g)に対して明確に徐脈の傾向が認められた。LF/HF 成分についてはストレス指標の減少に明確な傾向が認められなかったが、B 群での結果により、ストレスの減少はおもりのせてから 1 分ほどの時間差で明確に認められることが示唆された。

### 参考文献

- [1] A. Sato, Y. Sato, R.F. Schmidt, 山口 眞二郎 (監訳): 体性-自律神経反射の生理学 (物理療法, 鍼灸, 手技療法の理論)、丸善出版(2012)
- [2] 當瀬規嗣: 思わず誰かに話したくなる人体のはなし、秀和システム(2013)
- [3] ストレスと自律神経の科学(2015 年 6 月アクセス) [http://hclab.sakura.ne.jp/stress\\_nervous\\_stressinstr.html](http://hclab.sakura.ne.jp/stress_nervous_stressinstr.html)
- [4] 小沢 利男, 増田 善昭: 脈波速度、MEDICAL VIEW(2002)

# NIRS を用いた 3D ゲーム機が脳血流量に及ぼす影響の検討

森柚樹<sup>1</sup> 木下史也<sup>2</sup> 高田宗樹<sup>1</sup>

1 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1  
2 名古屋大学大学院情報科学研究科情報システム学専攻〒464-8603 名古屋市千種区不老町

## Study of 3D video on the display of portable game machine clips affects the human body such as brain blood flow by using NIRS

E-mail: takada@u-fukui.ac.jp<sup>†</sup>

Numerical Analysis of Body Sway after Alcoholic Intake

Yuki Mori<sup>1</sup>, Fumiya Kinoshita<sup>2</sup>, Hiroki Takada<sup>1</sup>

Department of Human and Artificial Intelligent Systems,

Graduate School of Engineering, University of Fukui<sup>1</sup>

Department of information Engineering, Graduate School of

Information Science, Nagoya University<sup>2</sup>

**Abstract:** Unpleasant symptoms such as dizziness and nausea have been observed in subjects viewing video clips with image shakes and rotations. Visually induced motion sickness (VIMS) has been reported while viewing three-dimensional (3D) films. Pathogenesis of the motion sickness has been still unclear. The aim of this study is to accumulate the information of 3D sickness and describe the VIMS. In this study, we examine whether the exposure to 3D video clips affect the human body such as brain blood flow. Subjects viewed 3D video clips on the display of portable game machine, and time series data of their brain blood flow was measured by near infrared spectroscopy (NIRS) with use of FOIRE-3000 (ShimazuCo.Ltd.,Kyoto). As a result, Oxyhemoglobin tended to increase throughout the frontal lobe, left temporal lobe and occipital lobe while operating the game machine on the 3D display in comparison with that on the 2D display.

**Keywords:** 3D video, visually induced motion sickness (VIMS), near infrared spectroscopy (NIRS), brain blood flow.

### 1. はじめに

近年、3D テレビや 3D ゲーム機の普及により立体映像を視聴する機会が増加してきた。しかし、こうした映像は人体に負の影響をもたらすことがある。具体的な影響として眼精疲労や映像酔いなどがある。この発生の機序は様々な説がある。その中でも感覚不一致説が一般的である<sup>[1]</sup>。しかし、この説だけではすべての酔いの発生に対して明言できるものではなく、現状として立体映像による生体への影響の知見は十分ではない。本研究では立体映像が身体にもたらす影響の知見を増やすことを目的とし、3D ゲーム機に着目した。実験で用いた NINTENDO 3DS (任天堂, 京都) は小型の画面に表示された立体映像を注視しながらゲームを操作する必要がある。また画面横のつまみを操作することで瞬時に 2D 映像と 3D 映像を切り替えることが可能である。そこで 2D 表示でゲームをプレイした際と 3D 表示でゲームをプレイした際の脳血流量の変化を near infrared spectroscopy (NIRS)<sup>[2]</sup>を用いて計測し、検討した。

### 2. 実験内容

被験者は健康な若年男性 8 名 (平均±標準偏差: 22.8 ± 0.927) を対象に行った。被験者は実験開始 2 時間前に飲食、喫煙等を禁止した。NIRS 計測には FOIRE-3000 (島津製作所, 京都) を使用した。チャンネルは前頭葉に 1-12ch、左側頭葉に 13-24ch、右側頭葉に 25-36ch、後頭葉に 37-48ch を配置した。チャンネルを固定するプローブキャップの位置は両側の耳介前点とナジオン (鼻根) を有する面  $\alpha$  と平行な面  $\beta$  を用いた。面  $\alpha$  と面  $\beta$  の距離は 3[cm] であり、面  $\beta$  は面  $\alpha$  の鉛直上方にある。後頭葉は後頭部のイニオン (外後頭隆起) にプローブキャップの中心がくるように固定した。3D ゲーム機には NINTENDO 3DS (任天堂, 京都) を用いた。操作するゲームソフトは、一般的なゲームの中から操作が比較的簡単な TETRIS® (バンダイナムコゲームズ, 東京) を用いた。被験者は椅子に座り、楽な姿勢でゲームをプレイする。まず 2D 表示にて 60[s] TETRIS® をプレイし (前 2D)、続けて 3D 表示にて 60[s] プレイする (3D)。そ

の後、2D 表示に戻して 30[s] プレイする (後 2D)。以上を 1 セットとし、動揺の計測 5 セット連続で行った。上記の 5 回の試行における前 2D、3D、後 2D の酸化ヘモグロビン濃度変化を前頭葉 12ch、後頭葉 12ch、右側頭葉 12ch、左側頭葉 12ch について 7.7 [Hz] で記録した。

### 3. 結果

各チャンネルにおいて前 2D-3D 間及び、3D-後 2D 間について Wilcoxon の符号付順位和検定にて比較した。前 2D-3D 間の比較では、前頭葉において ch17、ch12 で 3D の積分値が有意に大きかった。左側頭葉においては ch13、ch18-ch21、ch24 で 3D の積分値が有意に大きかった。右側頭葉では ch27 において 3D の積分値が有意に大きかった。後頭葉では ch42-ch44 において 3D の積分値が有意に大きかった。3D-後 2D 間の比較では前頭葉において ch2、ch5、ch7、ch8、ch10 で後 2D の積分値が有意に大きかった。左右側頭葉においては ch13、ch27 で後 2D の積分値が有意に大きかった。後頭葉において有意差はみられなかった。

### 4. 考察

前 2D-3D 間において顕著な脳血流量の増加がみられたのは後頭葉と左側頭葉であった。後頭葉では 3 個のチャンネルで酸化ヘモグロビン濃度の有意な増加がみられ 3D-後 2D 間では有意差は得られなかった。後頭葉は視覚を司る視覚野があり、3D 映像の影響を顕著に受けたものと考えられる。左側頭葉では前 2D-3D 間において 6 個のチャンネルで有意な増大がみられた。左側頭葉には様々な感覚野が存在している。従って、3D 映像でゲームを操作すると 2D で操作する時と比較して視覚野等の感覚野が活性化していると考えられる。

### 参考文献

- [1] 齊藤真也, “人にやさしい映像～その評価と国際基準～”, 映像メディア学会誌 58 (10), pp 1356-1359, 2004.
- [2] 福田正人. “NIRS 波形の臨床判読—先進医療「うつ症状の光ポトグラフィー検査」のガイドブック”. 中山書店, 東京, 2011



# タブレット PC を用いた読書時の脳血流変化に関する研究

衛藤 拓也<sup>1</sup> 高田 宗樹<sup>1†</sup>

<sup>1</sup> 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

E-mail: † takada@u-fukui.ac.jp

## A study of cerebral blood flow changes during reading using tablet PCs

Takuya Eto<sup>1</sup>, Hiroki Takada<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Human and Artificial Intelligent Systems, Graduate School of Engineering,

University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui-shi, Fukui, 910-8507 Japan

**Abstract** There is concern over the influence on human body while using tablet PCs that have spread in late years. In this study, In order to investigate influence of the reading on an e-book, time series of the cerebral blood flow during the ordinary reading were compared with those on the digital book.

**Keywords** sleeping, reading, tablet PCs, cerebral blood flow, NIRS

### 1. はじめに

近年タブレット PC が普及し電子書籍市場が発展したことから、タブレット PC 上の電子書籍を利用した読書も選択肢の一つとなっている。しかし、自発光方式のタブレット PC の強い光によってメラトニン分泌が阻害されるため、就寝前の使用は睡眠導入を阻害するとの報告がされている<sup>[1]</sup>。本研究では、タブレット PC による読書と書籍による読書時の脳血流の経時的変化の測定を通じ、人体への影響の可能性について調査を行った。

### 2. 実験方法

被験者は、健康な 21-32 歳の男性 7 名を対象に実験を行った。実験環境は照度 400 lx の部屋で行い、被験者には座位の姿勢をとらせて近赤外光用のプローブを装着させた。視距離は被験者の読書が行いやすい任意距離にて測定を行った。実験の読書には“ツナグ”(辻村深月著)を用いた。紙製の書籍、タブレット PC を用いた電子書籍、ともに同じ書籍を用いた。今回の実験ではタブレット PC は LaVie Touch LT550/FS(NEC, 東京)を用い、最大輝度設定にて実験を行った。被験者には事前に実験の説明を十分に行い、書面にて了承を得た。

実験には大脳皮質の血流量変化の測定を経時的に行うことが可能である LABNIRS(島津製作所、京都)を用いた<sup>[2][3][4]</sup>。近赤外光用プローブを装着し、脳血流計測開始 30 秒間は閉眼状態にて頭で五十音を唱える作業(Pre-Rest)を行い、被験者の思考を統一した。

Pre-Rest 後の 10 分間は被験者にタブレット PC、あるいは紙製の書籍にて読書する(Task)。読書後に開始時と同様に閉眼状態にて五十音を唱える作業を 30 秒間行った(Post-Rest)。この一連の作業を紙製書籍とタブレット PC 上の電子書籍を用いた場合の両方で実施した。尚、作業順序は、順序による効果を取り除くため被験者によってランダムとし、作業による影響を無く

すため、両作業時間は十分な間隔を空けて実施した。脳血流の変化については、LABNIRS を用いて大脳皮質の血流量変化を測定した。ここでは、覚醒・睡眠不足・疲労等に強く依存する前頭葉を中心に 54 カ所の Oxy-Hb の経時的測定を行った。

### 3. 実験結果及び考察

測定結果より、Pre-Rest と比較して、Task 中は全被験者において全体的な Oxy-Hb 量の上昇が認められた。また、読書開始時と Pre-Rest を比較した際も全体的な Oxy-Hb 量の上昇が認められた。被験者により脳活性部位が異なることから、読書時の脳活動が亢進する部位については個人差があるといえる。Task から Pre-Rest への移行時では、書籍による読書とタブレット PC を用いた読書とを比較すると、タブレット PC を用いた読書のほうが活性の継続性が認められた。

よって、睡眠導入時にタブレット PC を用いることで、光刺激の影響により言語処理機能部位が過剰活性する可能性があることと、脳活性の継続が認められ、入眠の阻害となる可能性が高いことが示唆される

### 文 献

- [1] Wood, B., Rea, M.S., Plitnick, B., Figueiro, M.G. “Light level and duration of exposure determine the impact of self-luminous tablets on melatonin suppression”, *Applied Ergonomics*, 44, pp.237-240, March 2013
- [2] Villringer A., Dirnagl U., Coupling of brain activity and cerebral blood flow: basis of functional neuroimaging, *Cerebrovasc Brain Metab Rev*, 7, 240-276 (1995)
- [3] Villringer A., Chance B., Non-invasive optical spectroscopy and imaging of human brain function, *Trends Neurosci.*, 20, 435-442 (1997)
- [4] Okamoto M., Dan H., Sakamoto K., Takeo K., Shimizu K., Kohno S., Oda I., Isobe S., Suzuki T., Kohyama K., Dan I., Three-dimensional probabilistic anatomical cranio-cerebral correlation via the international 10-20 system oriented for transcranial functional brain mapping, *NeuroImage*, 21(1), 99-111 (2004)

# 運動負荷が胃電図に及ぼす影響について

津町諒太<sup>1</sup> 館山圭輔<sup>2</sup> 高田宗樹<sup>2</sup>

1 福井大学工学部知能システム工学科〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

2 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

E-mail: takada@u-fukui.ac.jp

## The effect of exercise load on the Electrogastrogram

Ryota Tsumachi<sup>1</sup>, Keisuke Tateyama<sup>2</sup>, Hiroki Takada<sup>2</sup>

Department of Human and Artificial Intelligent Systems,

Graduate of Engineering, University of Fukui<sup>1,2</sup>

**Abstract:** The electrical of the gastrointestinal is measured using an electrogastrograph and presented as an electrogastrogram(EGG). Electrogastrography is a noninvasive procedure to evaluate gastrointestinal motility and autonomic nervous system activity. However, EGG do not have been applied to clinical fields as electrocardiogram and electromyogram because EGGs are often contaminated by electro activity in the myocardia and muscles of diaphragm with respiration; furthermore, we do not understand the relationship between EGG and the gastrointestinal motility. Analytical methods of the EGG do not have been established yet. In this experiment, the author investigated effect of Exercise load, on the EGG.

**Keywords:** Electrogastrogram, exercise load

### 1. はじめに

日本人男性の死因として最も多く報告されているのががんである。中でも胃がんは発症例が多く、肺がんについて二番目に発症しやすい<sup>[1]</sup>。がんが発生する原因の一つとして運動不足が考えられ、一日の身体活動量が多い人ほどがんが発症するリスクが低いことされている<sup>[2]</sup>。

胃の電気活動を無拘束・簡便に計測できる方法として経皮的胃電図がある。しかし、胃電図の計測には特別な装置が必要であり、また胃電図の記録は腹壁における誘導電位が低いため、呼吸に伴う横隔膜の筋電図や心電図の影響を受けやすいことなどから、先行研究はほとんどなされていない。しかし近年、測定機器やデジタル回路技術の進歩により記録が容易となり、臨床研究が盛んに行われるようになってきた<sup>[3]</sup>。

本実験では、胃電図を用いて運動負荷に伴う胃の電気活動を計測し、運動負荷が胃の電気活動にどのような影響を与えるのか検討する。

### 2. 測定方法

胃電図は、胃腸活動に伴う電気活動を腹部表面の誘導電位として計測するものである。したがって、測定では胃や腸に近い腹壁表面に電極を装着して行う。3個の心電図用ディスプレイ電極(ビトロード、日本光電製)を使用し、腹部表面の左側と右側にそれぞれ1個、腹部の中央に基準電極として1個貼付する。1チャンネルの双極誘導で測定を行い、データレコーディングソフトウェア(LabScribe2、iworx)にてサンプリング周波数 1kHz で記録した。測定環境は、扉が閉ざされた実験室で、室温 22-24℃、湿度 30-35%に設定した。

### 3. 実験方法

#### 3.1 被験者

被験者は健常な若年男性 8 名(平均土標準偏差:21.9 ± 0.93 歳)を対象に行った。被験者には実験開始前の 2 時間から実験が終了するまで、飲食・喫煙・運動の禁止を指示し、事前に実験の説明を十分に行い、書面にて了承を得た。

#### 3.2 運動負荷あり

仰臥位にて 20 分間の胃電図を測定(Pre)、その後続けて運動負荷を与え、仰臥位にて 40 分間同様の測定を行った(Fig. 1)。なお、運動負荷にはランニングマシン(スマートランナー TREMILL TR-2100、YAMATO-HUMAN)を使用し、時速 8km の速度で 10 分間走行させた。

#### 3.3 運動負荷なし

仰臥位にて 20 分間の胃電図を測定(Pre)、その後続けて 10 分間の直立状態を保ち、仰臥位にて 40 分間同様の測定を行った(Fig. 2)。

また、サーカディアンリズム(日内変動)の影響を考慮し、全被験者運動負荷ありの実験と運動負荷なしの実験の開始時間をそろえた。

測定(Pre) 20分	準備 5分	負荷あり 10分	準備 5分	測定 40分
----------------	----------	-------------	----------	-----------

Fig. 1 実験プロトコル(運動負荷あり)

測定(Pre) 20分	準備 5分	負荷なし 10分	準備 5分	測定 40分
----------------	----------	-------------	----------	-----------

Fig. 2 実験プロトコル(運動負荷なし)

### 参考文献

- [1] がんの部位別統計 | 日本対がん協会 (2015年8月アクセス)  
[http://www.jcancer.jp/about\\_cancer\\_and\\_check\\_up](http://www.jcancer.jp/about_cancer_and_check_up)
- [2] 身体活動量とがん罹患との関連について (2015年8月アクセス)  
<http://epi.ncc.go.jp/jphc/outcome/322.html>
- [3] 「胃電図の数値解析とその数理モデル化に関する研究」福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻修士論文<著>木下史也(2014年3月卒業)

# 近活動低下を伴わない REM 睡眠(RWA)の量的評価の検討

今枝卓也<sup>1</sup> 高田宗樹<sup>2</sup>

福井大学工学部知能システム工学科〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1<sup>1</sup>

福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1<sup>2</sup>

## Study of the quantitative evaluation of REM sleep without lowering the near activities (RWA)

E-mail: takada@u-hukui.ac.jp

Department of Human and Artificial Intelligent Systems, Graduates School of Engineering,  
University of Fukui<sup>1,2</sup>

**Abstract:** 睡眠は人間にとって必要不可欠なもの。しかし、近年生活習慣の変化などにより、さまざまな睡眠障害が増加している。その中でも REM 睡眠行動障害(REM sleep behavior disorder: RBD)は睡眠ポリグラフ検査(polysomnography: PSG)で記録される近活動低下を伴わない REM 睡眠(REM sleep without atonia: RWA)が特徴としている。しかし、診断方法はいくつかあるものの疾患自体が非常に複雑なことから症度把握や適切な治療を施すための明確な診断基準が確立されていない。本研究では、先行研究で用いられた方法に基づき構築された諸説ある RWA の視察判定法の詳細を紹介するとともに RWA を判定する自動化アルゴリズムの検討を行った。RWA を AASM スコアリングマニュアル、Montplasilir et al.の評価法、SIMBAR の評価法の判定比較を行ったところ、目視判定と一番差がないものは AASM スコアリングマニュアルの評価法であった。これにより、3つの評価法の中で RWA を判定するのに推奨されるのは AASM スコアリングマニュアルの評価法だと考えられる。

**Key words:** REM 睡眠行動障害(RBD), 睡眠ポリグラフ検査(PSG), 近活動低下を伴わない REM 睡眠(RWA)

### 1. はじめに

近年、生活習慣の変化や高齢者の進行とともに睡眠と健康の問題が拡大し、さまざまな睡眠障害が増加している。睡眠障害は、睡眠の量・質あるいはタイミングの異常と睡眠に関連する行動の異常の総称であり、それにより心身の問題が起こる。症状によって8つの群に分類されているこの睡眠障害の中で、本研究では、睡眠時随伴症群に属する REM 睡眠行動障害 (RBD) に注目した。この疾患は、夢で見ている内容を現実で行動してしまうといった特徴を持ち、自他共に危険が及ぶこともあるため、RBD の早急な診断が必要である。RBD を判断する際、近活動低下を伴わない REM 睡眠(RWA)を評価する必要があるが、臨床現場では RWA の判定を所見で行っているため、RWA の評価を明確化できれば、RBD の診断も優位にできると考えられる。

### 2. 実験内容

REM 睡眠行動障害が疑われ、終夜ポリグラフ検査(PSG)の目的で名古屋市立大学病院睡眠医療センターを受診した 12 例を対象として、PSG 検査による表面筋電図を用いたオトガイ筋筋電図等の計測を行った。測定機器 Alice5 (Philips Respironics GK, 東京) を用い、サンプリング周波数 200Hz にて記録した。PSG 検査は 19 時にセンサー等装着記録開始、22 時に消灯、5 時 30 分に点灯して記録を終了した<sup>1)</sup>。

### 3. 評価方法

評価の方法として AASM スコアリングマニュアル、Montplasilir et al.、SIMBAR の 3 種類の評価法を採用した。REM 睡眠中の近活動は持続的成分(tonic)と相同成分(phasic)に分けられるため、RWA の判定は tonic と phasic のそれぞれの成分で評価を行ったそして、目視判定での出現割合と比較を行った。本研究では有意水準を 0.05 とする。以下に評価方法をそれぞれ記載した。

#### AASM スコアリングマニュアル

- 1-1 tonic REM は NREM 睡眠時におけるオトガイ筋筋電図の最低振幅以上の振幅を持つ筋活動が 50%以上持続して存在する 30 秒エポックを数え、総 REM 睡眠時間に対する割合を算出する。
- 1-2 phasic REM はオトガイ筋筋電図または四肢筋電図上で、背景筋電図の 4 倍以上の振幅をもつ一過性 (0.1-5.0 秒) の筋活動が含まれる 3 秒のミニエポックの数を算出し、総 REM 睡眠時間に対する割合を算出する。

#### Montplasilir et al.の評価法

- 2-1 tonic REM はオトガイ筋筋電図のベースライン(3-7 $\mu$ V)の筋電図の 2 倍以上、または 10 $\mu$ V 以上の振幅をもつ筋活動が 50%以上維持して存在する 20 秒エポックを数え、総 REM 睡眠時間に対する割合を算出する。
- 2-2 phasic REM はオトガイ筋筋電図もしくは四肢筋電図上で、背景筋電図の 4 倍以上の振幅をもつ 2 秒のミニエポックの数を算出し、総 REM 睡眠時間に対する割合を算出する。

#### SIMBAR の評価法

- 2-3 tonic REM はオトガイ筋筋電図で、背景筋電図の 2 倍以上、または 10 $\mu$ V 以上の振幅をもつ筋活動が 50%以上維持して存在する 30 秒エポックを数え、総 REM 睡眠時間に対する割合を算出する。
- 2-4 phasic REM はオトガイ筋筋電図または四肢筋電図上で、背景筋電図の 2 倍以上の振幅をもつ 3 秒のミニエポックの数を算出し、総 REM 睡眠時間に対する割合を算出する。

### 4. 結果

PSG 検査により計測した被験者 12 例のオトガイ筋筋電図において、3 種類の評価法により総 REM 睡眠時間に対する RWA の出現割合(%)を tonic と phasic の成分に分けて評価し、目視判定との比較を行った。結果、AASM スコアリングマニュアルの評価法が目視判定と一番有意な差がなかった。また、Montplasilir et al.の評価法と目視判定との比較では、tonic 成分は差が見られ、phasic 成分は差がみられなかった。SIMBAR の評価法と目視判定との比較では、tonic と phasic どちらの成分の割合についても差が見られた。

### 5. 考察

目視判定と一番有意な差がないと評価できたのが AASM スコアリングマニュアルであった。これは RWA を量的評価する方法について 3 種類の評価法の中では AASM スコアリングマニュアルが推奨されるのではないかと考えられる。

#### 参考文献

- [1] 池田和矢、高田宗樹 “睡眠障害の量的評価に関する研究” 福井大学工学部知能システム工学科卒業論文 (2013).

# カオスをを用いた群ロボットの振舞い

岸下知樹<sup>1</sup> 平田隆幸<sup>2</sup> 高田宗樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 福井大学工学部知能システム工学科 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

<sup>2</sup> 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

E-mail: takada@u-fukui.ac.jp

## Behavior of swarm robots using chaos

Tomoki Kishishita, Takayuki Hirata, Hiroki Takada

Department of Human and Artificial Intelligent Systems, University of Fukui,  
3-9-1 Bunkyo, Fukui 910-8507, Japan

Abstract : Behavior of the swarm robots in previous research was the stochastic. So, they always changed movement route when experiment started. Therefore, we thought that we need complexity and deterministic behavior of swarm robots. We discuss deterministic behavior of swarm robots using chaos.

Keyword : Swarm Robots, Swarm Intelligence, Chaos, Logistic map

### 1. はじめに

蟻や魚の群れのように個々は単純な機能しか持ち合わせていないが、それらが集まり群れを作ることにより、あたかも高度な知能を持っているかのような集団行動を行うことがある。このようなシステムを群知能と呼び、この群知能を工学的に再現し、現実の系としてシミュレーションを行えるようにしたものが群ロボットである。

### 2. 群ロボットについて

群ロボットは小型のロボットで性能は高くないが複数台集まり、相互作用し協調行動を行うことで単独のロボットではできないような仕事を達成させることができる。群ロボットの特徴として、以下の5つの点が挙げられる。

- (1) ロボットを安価で製作することができる。
- (2) 安価であるため多くの台数を用意することができる。
- (3) 複数のロボットが協調行動を行い、複雑な仕事を達成する (創発性)。
- (4) いくつかのロボットが故障しても全体の仕事に影響しない (頑健性)。
- (5) 用途を限定してないので、プログラムの変更だけで様々な仕事をこなせる柔軟性がある (柔軟性)。

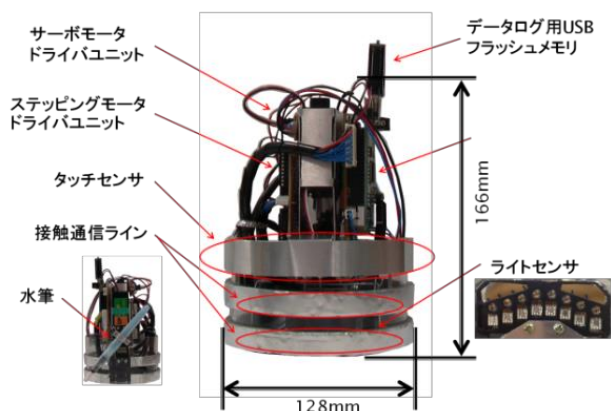


Fig. 1 群ロボットの写真

そして今回、群ロボットの研究で使用したロボットは蟻型群ロボットである (Fig. 1)。この群ロボットには蟻の機能を再現するために水筆を使ったフェロモン機能、地面の色を判断するためのライトセンサなどを標準装備している。

### 3. ロジスティック写像による行動ルール

カオスとは複雑で予測できないが、決定論的であるシステムのことで、初期値の小さな違いで結果が大きく変わる。簡単なカオスが発生する系としてロジスティック写像がある (Fig. 2)。数式は以下の(1)に示す。

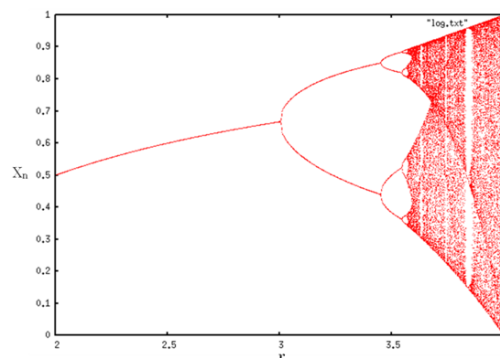


Fig. 2 ロジスティック写像の分岐図

$$X_{n+1} = rX_n(1 - X_n) \quad \dots \quad (1)$$

パラメータ  $r$  が  $3.569945671\cdots \leq r \leq 4.0$  のときにカオス解が発生する。発生したカオス解  $X_n$  を用いて群ロボットの行動を決める。行動ルールは以下の3つに示す。

- $0.00 \leq X_n \leq 0.33$  の時は  $90^\circ$  左回転し 10cm 進む。
- $0.34 \leq X_n \leq 0.66$  の時は  $90^\circ$  右回転し 10cm 進む。
- $0.67 \leq X_n \leq 1.00$  の時は 10cm 進む。

この行動ルールを用いることで、群ロボットの行動は確率的ではなく、決定論的な行動が行えるようになる。

### 4. 今後の課題

ロジスティック写像の数式を行動ルールに適用することにより、群ロボットが決定論的行動を行うようになった。今後の課題として、この行動ルール持つロボットを複数台動作させて、目的地探索、3すくみ系、捕縛実験などを行い、どういった協調行動を見せるのかを検証する。

### 参考文献

- [1] 高井裕紀 : multi-CPU および小型化した蟻型群ロボットの可能性 -カオスをを用いた効率的な探索へのアプローチ-, 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻修士論文, (2013)。

# テニス指導支援システムへの応用するための身体運動計測の検討

佐藤祐紀<sup>1</sup> 高田宗樹<sup>2</sup> 平田隆幸<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 福井大学工学部知能システム工学科〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

<sup>2</sup> 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

## A study of body motion measurement for applications to tennis coaching support system

Email: hirata@u-fukui.ac.jp

Yuki Sato<sup>1</sup>, Hiroki Takada<sup>2</sup>, Takayuki Hirata<sup>2</sup>

Department of Human and Artificial Intelligent Systems,  
Graduate School of Engineering, University of Fukui<sup>1,2</sup>

**Abstract:** スポーツ指導支援システム応用のための身体運動計測の研究としてテニスのサーブに着目した。本研究では未経験者のための指導支援システムの作成を行うことを目的として、サーブを打つ時のラケットを振る右手の加速度、サーブを打つ時の重心移動の軌跡、サーブを打つ時のラケットの中心の軌跡とトスしたボールの軌跡の計測を行った。その結果、重心移動の軌跡の計測では経験者に共通して特有の重心移動の軌跡が見られた。また、ラケットとボールの軌跡の計測では経験者が一定のフォームでなくてもサーブがサービスコートに入るという結果が得られた。以上のことから、重心移動の軌跡の計測とラケットとボールの軌跡の計測は、指導支援システムへ応用するために必要な要素である可能性が示唆された。

**Keywords:** body motion measurement, Wii Remote, Wii Balance Board, coaching support system

### 1. はじめに

スポーツをしている人は誰も上達したいという思いがある。本研究では、老若男女が楽しめるテニスに着目した。テニスの試合においてサーバーが有利と言われている。また、サーブがサービスコートに入らなければラリーが始まらないため、テニスにおいてはサーブの上達が必要不可欠である。しかし、指導者が身近にいない状況や、一人で上達したい場合がある。そこで、指導者が居ない未経験者のための指導支援システム作成の必要があると考えた。

指導支援システムの作成を目的として、経験者と未経験者のサーブの動作を解析した。安価で身近な機器を用いて経験者と未経験者の比較、また経験者の成功例と失敗例を比較することで、上達のために必要な要素を検討した。

### 2. 実験内容

右利きの経験者 3 人(平均 22.2±0.4 歳)、右利きの未経験者 6 人(平均 22.3±1.2 歳)の計 9 人の回転をほぼかけずに打つフラットサーブの動作を対象とした。被験者には事前に実験内容を説明し、書面にて了承を得た。

#### 2.1. 右手の加速度

Wii リモート(Nintendo)を用いてサーブを打つ時のラケットを振る右手の加速度を計測した。被験者にラケットの代わりに Wii リモートを持たせ室内で素振りを行わせた。経験者は 5 回、未経験者は 1 回計測した。時間分解能は 100Hz。

#### 2.2. 重心移動

バランス Wii ボード(Nintendo)を用いて重心移動の軌跡を計測した。バランス Wii ボードの上で、実物のラケットを持たせ室内で素振りを行わせた。経験者は 5 回、未経験者は 1 回計測した。時間分解能は 100Hz。

#### 2.3. トスとラケットの軌跡

高速度動画撮影が可能なカメラ EX-F1(CASIO)と EX-100pro(CASIO)を用いてサーブのラケットの中心の軌跡とトスのブレを撮影した。実際にテニスコートでラケットとボールを使用し計測を行った。経験者は成功した例と失敗した例を各 7 回、未経験者は成功と失敗合わせて 5 回計測した。時間分解能はそれぞれ 1200fps、1000fps。

### 3. 実験結果・考察

#### 3.1. 右手の加速度

内蔵された加速度センサは XYZ 各軸に対して±3G までの重力加速度を検出が可能であるが、今回は全被験者が+5G で振り切れているため正確な計測が行えなかった。X 軸 Y 軸 Z 軸を別々に見ていくと、Y 軸は全被験者が正の方向に振り切れており、経験者 1 人と未経験者 2 人は-5G にも振り切れていた。また、X 軸と Z 軸は経験者未経験者ともに似たデータが得られた。未経験者がサーブを無意識にイメージして手を振っている可能性があり、その結果、経験者と似た加速度が出たと考えられる。

#### 3.2. 重心移動

経験者には共通して特有の重心移動の軌跡が見られたが、未経験者には共通した軌道や経験者と似た軌道は見られなかった。右手の加速度の計測とは異なり、未経験者がサーブの重心をイメージできなかったことが原因だと考えられる。

#### 3.3. トスとラケットの軌跡

未経験者はサーブがサービスコートに入った時と入らなかった時のラケットの軌跡が全て同じであった。経験者は、打点やフォームが一定でなくてもサーブがサービスコートに入った。このことは、未経験者は素振りの時と同じようにラケットを振ったため、サービスコートに入るか入らないかに関わらず同じ振り方になり、経験者はトスに応じて最善の振り方を行ったことが原因と考えられる。

### 4. おわりに

以上の結果から、重心移動とトスとラケットの軌跡は、上達に必要な要素であると考えられる。

今後は、右手の加速度について、別の器具で計測できないかを検討する。重心移動について、経験者と未経験者の軌跡の形に差が見られたことから、経験者の人数を増やし再現性を検討する。トスとラケットの軌道において、経験者の結果から、トスやボールが面に当たったときの高さなどを目視でなく具体的な数値で判断を行う。またラケットのどの部分に当たった時が最も入る確率が高いのかを分析する。

### 参考文献

[1]中嶋哲也”Kinect センサと Wii リモートによる多面的運動計測”福井大学工学部知能システム工学科卒業論文,2013

