

# 形の科学会誌 第27巻 第1号 (2012)

## 目 次

### 【シンポジウム予稿】

かたちシユーレ 2012@四万温泉 プログラムと予稿（追加掲載）	1
第73回 形の科学シンポジウム「サイバネティックスと形」	
プログラムと予稿	2

### 【会告】

事務局からのニュースメール	68
会告	69
形の科学会誌の原稿募集	73
『形の科学会誌』論文投稿の案内	74
形の科学会入会案内	77
第74回 形の科学シンポジウム「機械・乗物の形－過去・現在・未来－」	78



## 表示位置分散化と視認性

根岸利一郎, 関口久美子, 褒塚恵輔  
埼玉工業大学, 埼玉県深谷市普済寺 1690

E-mail: negishi@sit.ac.jp

### 1) 画素分散化による視認性の改善

ここでの視認性の改善は、名視性として理解されている形やその細部について、それを認知する時間的速さの改善として検討する。

図1は擬似乱数による方法と除算の余りを使った方法を比較した。共に20%表示した段階であるが、擬似乱数の場合は画像の荒れが目立つのに対して、除算を使う方法は滑らかな画像が得られている。

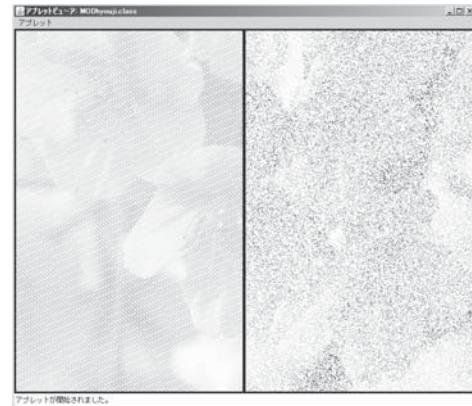


図1 右は擬似乱数、左は除算の余りを使った方法

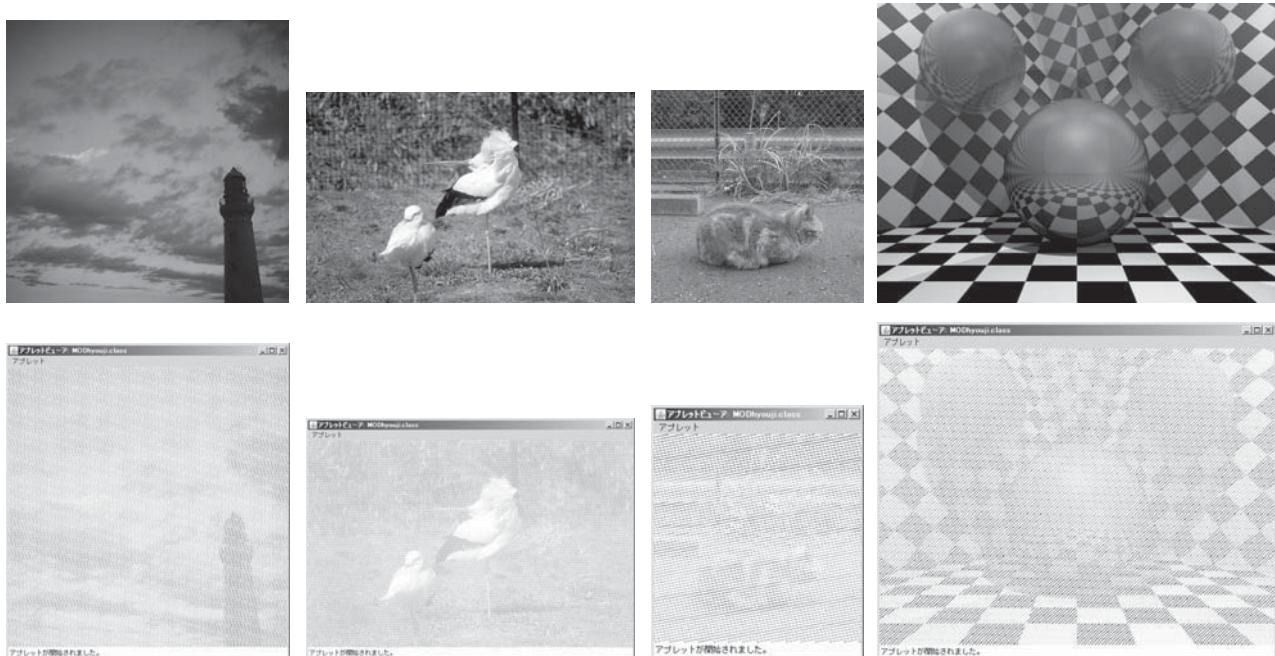
### 2) 除算の余りを使った方法の検討

この方法は次式を使って表示位置の分散化を行う。

$$R_m = \text{MOD}((R_{m-1} + G_{n-1}), G_n)$$

この場合の画素の表示順は上式において、 $G_n$ は画素数、 $G_{n-1}$ は任意の数、最初の $R_{m-1}$ は0を使って $R_m$ を求め、それ以後はその $R_m$ を順次、次の $R_{m-1}$ として再帰的に求める。表示位置座標の $x$ 座標は $R_m$ を横画素数で割った余りを、 $y$ 座標は商を使った。

図2はある数値のときの例である。上側は元画像、下側は20%表示の結果である。



(a)DAR=1:1,250000

(b)DAR = 16:25,250000

(c)DAR = 1:1,90000,

(d)DAR = 4:3,307200

図2. いくつかの図による描画の比較。上側が元図、下側が20%表示の結果(DAR:Display Aspect Ratio)。  
詳細は会場にて報告したい。

# 第73回 形の科学シンポジウム「サイバネティックスと形」

【主催】形の科学会

【会期】2012年6月15日（金）～17日（日）

【会場】福井大学 アカデミーホール

【代表世話人】高田宗樹（福井大学大学院工学研究科）

〒910-8507 福井市文京3-9-1 福井大学大学院工学研究科

Tel:0776-27-8795(内線4824) Fax:0776-27-8420 E-mail: takada@u-fukui.ac.jp

【世話人】平田隆幸（福井大学大学院工学研究科）

【参加費】会員・非会員ともに一般 3000円、学生 1500円

【懇親会】2012年6月16日（土）18:30～ アカデミーホール

【懇親会費】一般 5000円、学生 3000円

## プログラム

6月15日（金）

10:30-10:45 開会の辞

### サイバネティックスと形

10:45-11:05 姿勢変化が高齢者の自律神経機能に及ぼす影響

木下史也<sup>1</sup>, 松浦康之<sup>2</sup>, 平田隆幸<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、<sup>2</sup>福井大学産学官連携本部)

11:05-11:25 アルコール摂取時における座位および立位姿勢制御の比較

谷口慎一<sup>1</sup>, 雨森正起<sup>2</sup>, 松浦康之<sup>3</sup>, 平田隆幸<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, <sup>2</sup>福井大学工学部知能システム工学科, <sup>3</sup>福井大学産学官連携本部)

11:25-11:45 長時間の立体映像曝露が平衡機能に及ぼす影響

吉川一輝<sup>1</sup>, 雨森正起<sup>2</sup>, 松浦康之<sup>3</sup>, 平田隆幸<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, <sup>2</sup>福井大学工学部知能システム工学科, <sup>3</sup>福井大学産学官連携本部)

(11:45-12:00 休憩)

### サイバネティックスと形/形の科学一般

12:00-12:20 人間になじむシステムの形

高木隆司<sup>1</sup>, Beth Cardier<sup>2</sup>, Ted Goranson<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>神戸芸術工科大学芸術工学研究科,

<sup>2</sup>University of Melbourne, Australia,

<sup>3</sup>Earl Research, USA)

12:20-12:40 多点同時計測による剣道面打ち運動の解析と熟練度

原田晋作<sup>1</sup>, 砂田治弥<sup>2</sup>, 横山清子<sup>2</sup>, 松川剛司<sup>3</sup>, 松浦康之<sup>1</sup>, 高田宗樹<sup>1</sup>, 平田隆幸<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, <sup>2</sup>名古屋市立大学, <sup>3</sup> 愛知工業大学 情報科学部)

12:40-13:00 マルチCPU化による群ロボットの処理能力向上の可能性

高井裕紀, 波田邦彦, 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)

13:00-13:20 群ロボットによる目的地探索 一方位センサを搭載したロボットを導入した効果—

波田邦彦, 高井裕紀, 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)

(13:20-14:20 休憩)

## 形の科学一般

14:20-14:40 関連事項の集合で記事を特徴づける  
wiki サイトの開発

松浦執<sup>1</sup>, 内藤求<sup>2</sup>, 豊田弘巳<sup>3</sup>, 小松由<sup>1</sup> (<sup>1</sup>東京学芸大学教育学部, <sup>2</sup>(株)ナレッジシナジー, <sup>3</sup>本町田東小学校)

14:40-15:00 放散虫の多節骨格とその意味

松岡 篤(新潟大学理学部/形の科学研究センター)

15:00-15:20 Carapace surface ornamentation and its applications in fossil clam shrimp (Crustacean) taxonomy

Gang Li<sup>1</sup>, Atsushi Matsuoka<sup>2</sup> (<sup>1</sup>State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, <sup>2</sup> Graduate School of Science and Technology, Niigata University)

(15:20-15:35 休憩)

## 形の科学一般

15:35-15:55 内部に液体を含む円筒の斜面上の回転落下運動と液面の形状

平山 修, 栗川 連(東京農工大学工学部)

15:55-16:15 リンゴの皮むきと正多面体の展開図について

海野啓明, 阿部雄大, 千葉春樹, 矢島邦昭(仙台高専広瀬キャンパス)

16:15-16:35 パチクリ関数  $\sin(\tan(t))$  による EQG

蛭子井博孝(卵形線研究センター)

(16:35-16:50 休憩)

## 形の科学一般

16:50-17:10 周期倍分岐同周期分岐再考  
山口喜博(帝京平成大学)

17:10-17:30 機械式セルオートマトンの局所解析

大日方圭<sup>1</sup>, 竹田康彦<sup>1</sup>, 加藤直彦<sup>1</sup>, 元廣友美<sup>1,2</sup> (<sup>1</sup>株式会社 豊田中央研究所, <sup>2</sup>豊田工業大学)

17:30-17:50 一般 X 線画像における固定雑音除去法の考察

杉浦明弘<sup>1</sup>, 横山清子<sup>2</sup>, 高田宗樹<sup>3</sup>, 井堀亜希子<sup>1</sup>, 安田成臣<sup>1</sup> (<sup>1</sup>岐阜医療科学大学, <sup>2</sup>名古屋市立大学, <sup>3</sup>福井大学)

6月 16 日 (土)

## 形の科学一般

10:00-10:20 巻貝殻形態における陸上環境への適応と不連続分布

岡鳶亮子(明治大学研究知財戦略機構)

10:20-10:40 試料の 3 次元形状計測ツールとしての X 線 CT 装置

中島善人(産業技術総合研究所)

10:40-11:00 対象画像に応じた画素分散

根岸利一郎, 関口久美子, 桐塚恵輔(埼玉工業大学)

(11:00-11:15 休憩)

11:15-11:35 楕円と双曲線には主通径しかない・・・

杉本 剛(神奈川大学)

11:35-11:55 4D 肺モデル Lung4Cer CFD ベーションの紹介

北岡裕子((株) J S O L)

11:55-12:15 フォノグラム解析  
小野田智之, 広国善紀(名城大学大学院理工学  
研究科数学専攻)

15:25-15:45 毛糸の玉の数理  
柳井 浩(慶應義塾大学)

(15:45-16:00 休憩)

### 展示

12:15-12:20 自然の景観を模したコンパクトシテ  
ィについて  
阿竹克人((株)阿竹研究所)

形と知  
16:00-16:20 姿勢と持ち方による書字形の変化  
沓名健一郎, 杉崎哲子(静岡大学教育学部)

12:20-12:25 仮想石刻絵画の試み  
高木隆司<sup>1</sup>, 出原立子<sup>2</sup>, 水野慎士<sup>3</sup> (<sup>1</sup>神戸芸術工  
科大学, <sup>2</sup>金沢工業大学情報学部, <sup>3</sup>愛知工業大学情  
報科学部)

16:20-16:40 近世日本の図のビジュアルデータベ  
ース構築と形態分類  
出原立子, 森田広基(金沢工業大学)

12:25-12:30 ストローと割りばしで作るガリガリ  
トンボ  
工藤 清(福井県こども歴史文化館, 手づくり  
おもちゃの科学館)

16:40-17:00 なぞり学習の字形認識効果について  
杉崎 哲子, 淀名健一郎(静岡大学教育学部)

(12:30-13:30 昼食休憩)  
(運営委員会 アカデミーホール 1F 小会議室)

17:15-18:15 総会  
18:30-20:30 懇親会

招待講演  
13:30-14:30 神経細胞の形づくりの機構－分子細  
胞生物学的視点から  
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)

6月 17日 (日)

特別講演  
10:45-11:15 生体信号が持つ多様な側面と応用可  
能性について  
松浦康之(福井大学産学官連携本部)

(14:30-14:45 休憩)  
形の科学一般  
14:45-15:05 少数個の点による球面上の最適配置  
について (II)  
種村正美(統計数理研究所)

11:30-12:00 こども歴史文化館における手作り科  
学おもちゃ教室について  
工藤 清(福井県立こども歴史文化館, 手づくり  
おもちゃの科学館)

15:05-15:25 線形に連結された van der Pol 振動  
子における同期現象  
吉野 隆(東洋大学理工学部)

12:00-12:05 閉会の辞

13:00-15:00 エクスカーション 手づくりおもち  
やの科学館訪問

## 姿勢変化が高齢者の自律神経機能に及ぼす影響

木下史也<sup>1</sup> 松浦康之<sup>2†</sup> 平田隆幸<sup>1</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 福井大学産学官連携本部 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

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

## Effects of Postural Change on Function of Autonomic Nervous System in Elderly Subjects

Kinoshita Fumiya<sup>1</sup>, Matsuura Yasuyuki<sup>2†</sup>, Hirata Takayuki<sup>1</sup>, Takada Hiroki<sup>1</sup>

Department of Human and Artificial Intelligent Systems,

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

Headquarters for Innovative Society-Academia Cooperation, University of Fukui<sup>2</sup>

**Abstract:** The electrical activity of the gastro-intestine is measured as an electrogastrogram (EGG). Electrogastrography is a non-invasive procedure that is used to evaluate gastrointestinal motility and autonomic nervous system activity. In general, EGGs are measured in the supine position. However, it has been pointed out that EGGs are affected by postural change. In this study, we investigated the effect of postural change on the electrical activity of the gastro-intestine with the nonlinear analysis of attractors reconstructed from the EGGs. We found that the trajectories of the attractors are more complex after postural change than when in the sitting position. The power of high frequency (HF: 0.15-0.4 Hz) component which was used as an index of cardiac parasympathetic modulation increased due to the postural change in accordance with the analysis of RR interval variability while there is a delay in the increase of 3 cycle per minutes (cpm) power in the EGGs. We succeeded in findings of regional characteristics in the parasympathetic modulation controlling the visceral function.

**Keywords:** Electrogastrogram, Elderly, Autonomic nerve, Postural change, Spectral analysis

### 1. はじめに

加齢とともに消化管運動機能は低下し、機能低下に伴う症状を訴える患者が増加している。消化器は、それを支配する交感神経、副交感神経および、消化管壁内にある壁内神経叢（腸神経系）によって調節されている[1]。加齢に伴う消化管機能の減弱が要因となる障害は、消化管壁平滑筋や粘膜の萎縮、壁内神経叢の減少によって胃結腸反射の頻度が低下して生ずると考えられている。

胃腸の電気活動を測定する方法の一つとして経皮的胃電図(Electrogastrogram, EGG)が存在する[2]。また、近年、便秘や機能性消化管障害（機能性胃腸症）など、胃腸活動の異常に伴う疾病が問題になっており、この異常により生活習慣病が引

き起こされる可能性もある。特に、機能性消化管障害の潜在的有訴者や、中・高齢者が便秘の症状を有する割合が多いと考えられる。しかし、胃腸など消化器系機能の加齢に伴う変化に関する研究は筋および神経系のそれに比べて少ない。

また、心電図を用いた加齢による自律神経への影響についての報告例は多くみられるものの、胃電図を用いた加齢に伴う自律神経への影響について検討した研究例は、殆どない。

そこで本研究では、高齢者胃電図の基礎的検討として、姿勢変化における胃腸の電気活動の変化の検証を行った。また、胃の電気活動は副交感神経の支配を受けていることから姿勢変化に伴う

副交感神経活動の変化、連動性の検証を行った。

## 2. 方法

### 2.1. 実験方法

被験者は、65-81歳の健常高齢者21名（男性:10名、女性:11名）を対象とした。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。

実験では、座位30分間の後、仰臥位60分間の胃電図、心電図を測定した。また、サークルディアンリズム(日内変動)の影響を考慮し、全被験者平日の同じ時間帯の間に測定を開始した。胃電図は心電図用ディスポーバブル電極(ビトロードBs、日本光電)を使用した。測定は単極誘導で測定を行い、それぞれ生体アンプ(MT11、NEC メディカル)で増幅し、データレコーダ(PC216Ax、ソニー・プレシジョンテクノロジー)に1kHzで記録した。なお、電極の貼付は日本光電製スキンピュアにより皮膚抵抗を十分に低下させた後に行った。

### 2.2. 解析方法

本研究では記録した胃電図を1kHzでAD変換を行い、時系列データを得る。胃電図の周波数特性を比較する際に、胃電図の正常周期が2.4-3.7cpmであることから[3]、この周波数帯域に着目した。そこで本研究では、筋電位や周りの電子機器からの混入した雑音を除去するために、得られたデータに広域遮断周波数0.15Hzのローパスフィルタを適用して高周波成分を除いたものを、さらに1Hzで再サンプリングした。

本研究における胃電図データは、抽出した時系列を1024秒の時間窓を300秒間隔で移動させて分割し解析を行った。解析区間(測定開始後t秒からt+1024秒)のうち開始時分(t/60分)をその解析区間の代表値として以下では記載する。

胃電図と心電図の周波数特性を高速フーリエ変換から推定されるパワースペクトルにより求めた。胃電図は正常周期が2.4-3.7cpmであることから、その周波数帯域での積分値に着目し、スペクトルのピーク周波数のパワー値を算出した。心電図では副交感神経活動の指標となる高周波成

分(High Frequency: HF)を0.15-0.4Hzのパワースペクトル密度の積分値として算出した。

## 3. 結果・考察

姿勢変化にともなう影響として、心電図では副交感神経成分の亢進が認められている。本実験でも姿勢変化を加えることで座位時に比べ仰臥位時では副交感神経成分の増加傾向がみられた(図1)。胃電図では姿勢変化の後にピーク周波数のパワー値に減少傾向がみられ、20分後からピーク周波数のパワー値に増加傾向がみられた(図2)。これにより、胃の電気活動は副交感神経の支配の支配を受けているが、その亢進には遅れが生じている可能性が示唆された。

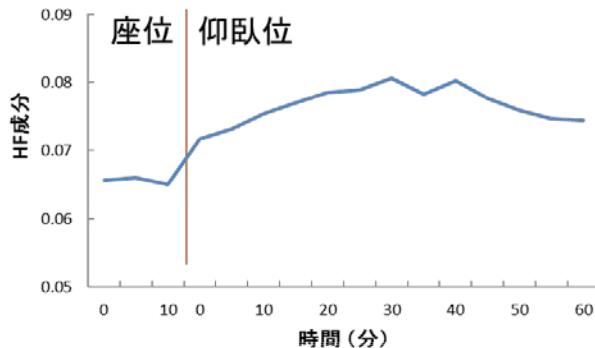


図1 副交感神経成分の時間変動(平均)

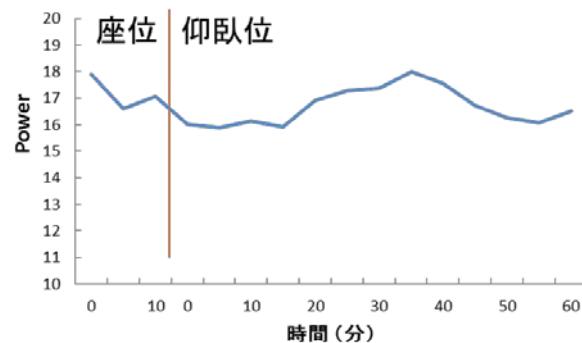


図2 ピーク周波数のパワー値の時間変動(平均値)

## 文 献

- [1] 本郷利憲、廣重力、豊田順一、標準生理学第6版、医学書院、東京、2005.
- [2] W. C. Alvarez, The electrogastrogram and what it shows. Journal of the American Medical Association, 78, pp.1116-1119, 1922.
- [3] L. K. Kenneth, M. Robert: Handbook of Electrogastrography, Oxford University Press, Oxford, 2004.

## アルコール摂取時における座位および立位姿勢制御の比較

谷口 慎一<sup>1</sup>・雨森 正起<sup>2</sup>・松浦 康之<sup>3</sup>・清水 祐樹<sup>4</sup>・平田 隆幸<sup>1</sup>・  
高田 宗樹<sup>1,4</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

<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>3</sup>福井大学産学連携本部〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

<sup>4</sup>愛知医科大学医学部生理学第2講座〒480-1195 愛知県愛知郡長久手町大字岩作字雁又 21

E-mail: † takada@u-fukui.ac.jp

## Comparison between the Postural Control System during the Seated Posture and the Upright Posture with Alcohol Load

Shinichi TANIGUCHI<sup>1</sup>, Masaki AMEMORI<sup>2</sup>, Yasuyuki MATSUURA<sup>3</sup>,

Yuuki SHIMIZU<sup>4</sup>, Takayuki HIRATA<sup>1</sup>, and Hiroki TAKADA<sup>1,4</sup> †

1 Graduate School of Engineering, University of Fukui 3-9-1,Bunkyo,Fukui,910-0856 Japan

2 Department of Human & Artificial Intelligent System, University of Fukui  
3-9-1,Bunkyo,Fukui,910-0856 Japan

3 Headquarters for Innovative Society-Academia Cooperation,University of  
Fukui,3-9-1,Bunkyo,Fukui,910-0856 Japan

4 Second Department of Physiology, Aichi Medical University, 21, Ooazayazakoazakarimata,  
Nagakutetyo, Aichigun, Aichi, 480-1195 Japan

**Abstract:** Few studies have reported on the swaying motion of the body in the seated position; however, these studies have not evaluated motion sickness induced by watching movies or conveyance. This study aimed to analyze the stabilograms recorded while the individuals were in a seated posture. This study included 14 healthy male subjects (age, 20–26 years). Alcohol load causes a decrease in the cerebellar equilibrium function that controls the vestibulospinal reflex. We could adjust the degree of simulative effect on the human equilibrium function. According to Wayland algorithm, we estimated translation errors that evaluated the smoothness of the attractors, reconstructed from the stabilograms obtained before and after alcohol intake. Our results suggest that significant changes in the postural control system could be detected during the upright posture as opposed to during the seated posture.

**Keywords:** Body sway, Stabilogram, Alcohol load, Seated Posture

### 1. はじめに

ある<sup>[1]</sup>。

体平衡機能検査の1つとして施行される重心動揺検査は平衡機能の総合的な把握に対して有用で

重心動搖検査における解析手法の有効性を評価するには、健常な被験者と平衡機能障害を有する

被験者との比較が行われる。これらの被験者に対する実験は、被験者の確保やデータの再現性について困難が伴う。これらの問題点を解決する方法の一つとして、アルコール摂取により平衡機能障害を人為的に再現する方法がある。アルコール摂取により前庭脊髄反射制御する小脳(前庭一小脳系)が薬理学的な機能抑制を受けるため、アルコール摂取後には動揺図のパターンに変化が見られる<sup>[2]</sup>。また、動揺図における測定点の密度が立位姿勢の安定性に関与すると見出されたことから、アルコール摂取に伴う機能抑制は動揺図の疎密度によって検出されている<sup>[3]</sup>。このことから、数理学的には平衡機能抑制は動揺図全体の幾何学的特徴に着目した指標ではなく、構造安定性などを導入した力学的なモデルに基づく解析により有効に検出できることが推測される。

そこで本研究では、動揺図を再構成する数理モデルの決定論性の程度を測るために、時系列の解析手法の一つである Wayland アルゴリズムによって、座位および立位における動揺図から並進誤差なる統計指標を推定した。アルコール摂取後のその指標の変化を比較検討した。

## 2. 実験方法

若年男性 7 名 (20~23 歳) を対象に重心動揺検査を行った。本研究では、動揺計として Wii Balance Board (Nintendo)を使用した。このシステムの測定点の座標は cm 単位で、時間分解能は 0.01 sec である。この測定に際して、検査時間を 120 秒間、サンプリング周波数を 20Hz に設定した。

座位の姿勢は背筋を伸ばし、両肢非接地にて軽く握った拳を膝上に置く肢位とした。立位の姿勢は、重心動揺計の基準点に足底の中心が一致するように、閉足にて直立させて記録した(Romberg 姿勢)。座位重心動揺検査と別の日に立位重心動揺検査を行い、その順はランダムとした。

被験者は 10 分間の安静後、開眼および閉眼にて各々 1 分間連続して測定した。開眼検査においては、目の高さで 2 m 前方の位置に赤色の凝視点をつけ、

その視標を注視させた。安静時の重心動揺検査の後、以下のようにアルコールを摂取させ、この摂取時刻を起点として 5 分毎に 22 回、重心動揺検査を実施した。

血中アルコール濃度は、摂取したアルコール濃度を  $C_p$  [mg/mℓ] とすると、

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

で与えられる<sup>[4]</sup>。ここで、0.789[g/mℓ]はアルコールの比重であり、この分子は摂取したアルコールの量[g]、分母は分布容量を表している。この式に従って、血中アルコール濃度が 0.5[mg/mℓ]になるようにアルコール摂取量を決め、被験者には無希釈の蒸留酒を 30 秒以内に摂取させた。

開眼検査と閉眼検査に分けて Wayland アルゴリズムによって推定された並進誤差について、アルコール摂取前における被験者 7 名の平均値と、アルコール摂取後における 22 回の各測定ステージ平均値を t 檢定にて比較した。

## 3. 結果および考察

立位においては、開眼時における左右方向を除いては概ね実験開始後 90 分以降において並進誤差の値の変動が検出されにくくなつた。座位においては、立位と比べ有意差が極端に少ない結果となつた( $p < 0.05$ )。また、実験開始後 70 分以降において並進誤差の値の変動が検出されにくくなり、この時点を境界としてアルコール摂取による平衡機能障害の回復がみられたことが示唆される。

## 文献

- [1] 大川剛, 時田喬, 柴田康成, 他 “重心動揺検査—単位面積軌跡長の意義—健常者における検討” Equilibrium Res 54, 296–306, 1995
- [2] 大川剛, 時田喬, 柴田康成, 他 “重心動揺検査—単位面積軌跡長の意義—健常者における検討” Equilibrium Res 54, 283–293, 1995
- [3] 高田宗樹, 北岡良之, 市川真澄, 宮尾克 “重心動揺における幾何学的な指標の物理学的意味” Equilibrium Res Vol.62(3); 169–180, 2003
- [4] 鵜飼卓監修 “急性中毒処置の手引き”, 必須 272 種の化学製品と自然毒情報.182–183 頁, じほう, 東京, 1990

## 長時間の立体映像曝露が平衡機能に及ぼす影響

吉川 一輝<sup>1</sup> 雨森 正起<sup>2</sup> 松浦 康之<sup>3</sup> 平田 隆幸<sup>1</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 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

3 福井大学産学官連携本部 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

\*takada@u-fukui.ac.jp

## Effect of Viewing a Long Stereoscopic Film on Equilibrium Function

Kazuki Yoshikawa<sup>1</sup> Masaki Amemori<sup>2</sup> Yasuyuki Matsuura<sup>3</sup>

Takayuki Hirata<sup>1</sup> and Hiroki Takada<sup>1</sup>

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

2 Department of Human & Artificial intelligent System, University of Fukui 3-9-1, Bunkyo, Fukui, 910-8507 Japan

3 Headquarters for Innovative Society-Academia Cooperation, University of Fukui 3-9-1, Bunkyo, Fukui, 910-8507 Japan

**Abstract** Recently, with the rapid progress in image processing and three-dimensional(3D) technology, stereoscopic images are not only seen on television but also in theaters, on game machines, etc. In contrast to two-dimensional (2D) films that use flat images, stereoscopic films give the feeling of being at a live performance, but asthenopia and motion sickness can be induced by these films. The aim of this study is to evaluate the effect of viewing a long stereoscopic film on human equilibrium function. Stabilometry was performed while the individuals watched 2D films, with flat images, and stereoscopic films in the seated posture. Significant increase during the exposure to 3D film could be observed in several indices for the stabilograms.

**Keywords:** Stereoscopic Film, Body Sway, Stabilogram, Simulator Sickness Questioner (SSQ)

### 1. はじめに

体平衡機能検査の1つとして施行される重心動揺検査は、平衡機能の総合的な把握に対して有用である<sup>1)</sup>。重心動揺検査の診断的価値を高める目的で、重心動揺検査の方法とそれによって記録される重心動揺における解析指標が提示されている<sup>2)</sup>。解析指標としては、総軌跡長、単位面積軌跡長などが挙げられるが、特に後者は姿勢制御における微細な変動を示しているとされ、脊髄固有の受容性姿勢制御機能を評価する尺度として考えられている。

重心動揺検査は立位における計測が一般

的である。しかし、映像視聴などは、通常、座位姿勢で行われるため、座位重心動揺に関する研究には意義がある。雨森らによれば、立位重心動揺と同様に、座位重心動揺の計測にもとづいてアルコール摂取の検出をすることができるという報告がある<sup>3)</sup>。そこで、本研究では、立体映像曝露が平衡機能に及ぼす影響を座位重心動揺の計測にもとづいて検討することを目的とする。

### 2. 実験

#### 2.1 対象

被験者は22～23歳の若年男性7名を対象とした。事前に実験の説明を十分に行い、

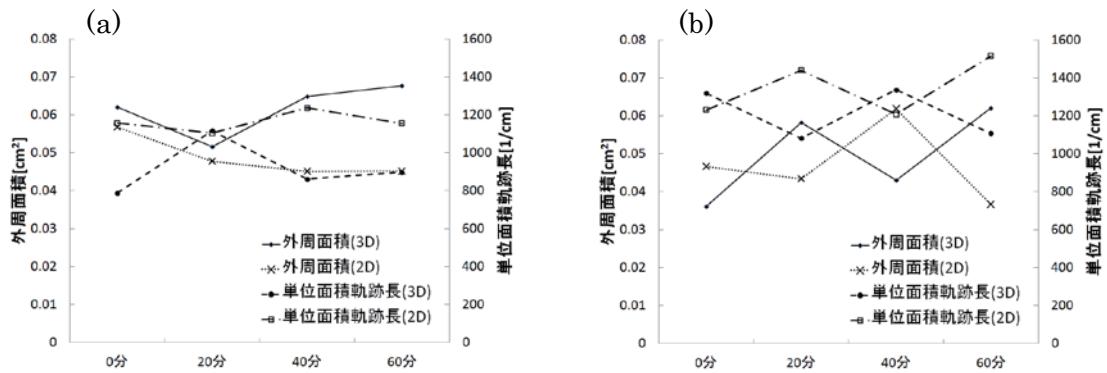


図 1 2D/3D 映像曝露時に計測された外周面積、単位面積軌跡長の経時変化

(a) 開眼検査、(b) 閉眼検査

書面にて了承を得た。なお、被験者には実験を行う前に身長、体重、座高の身体情報について確認を行った。

## 2.2 方法

被験者から 1 m の距離に設置された円偏光 3D ディスプレイ RDT233WX-3D(三菱電機) 上に市販の両眼視 3D 映像およびその片眼視用の 2D 映像を提示した。ここで、映像の提示順についてはランダムとし、それぞれの映像を提示する実験は別の日に行った。被験者に映像を 1 時間連続して視聴させ、心電図をワイヤレスセンサー RF-ECG (医療電子科学研究所)により計測した。映像曝露前および曝露開始後 20 分おきに計 4 回、座位重心動搖を記録した。1 分間実施した①開眼検査では映像を視聴したまま計測を行い、②閉眼検査では映像を一時停止した。その後、Visual Analog Scale、Simulator Sickness Questioner (SSQ)により主観評価を行った。

## 2.3 解析方法

記録した動搖図から、外周面積、総軌跡長、単位面積軌跡長を算出した。

計測された指標ごとに映像方式と映像曝露時間を因子とした二元配置分散分析を行った。更に、映像曝露時間ごとに、計測された各指標の値が映像方式によって異なるとみなせるかを Wilcoxon の符号付き順位和検定により検討した。

## 3. 結果、考察

二元配置分散分析を行った結果、各指標において交互作用は見られなかった。SSQ の眼疲労に関するスコアとトータルスコアについては、映像方式に関して主効果が見られた( $p<0.05$ )。

外周面積、単位面積軌跡長に関する経時変化を図 1 に示す。開眼検査においては、3D 映像曝露中に計測された外周面積の値は、2D 映像曝露時の値に比べ高かった。逆に、3D 映像曝露時において計測された単位面積軌跡長の値は 2D 映像曝露時の値よりも低くなった。これらは 3D 映像曝露にともなう姿勢の不安定化を示唆している。また、閉眼検査では映像方式間に有意差がみられた( $p<0.05$ )。曝露開始後 20 分における外周面積と単位面積軌跡長の統計的な解析によって、3D 映像曝露にともなう姿勢の不安定性が示された。

## 参考文献

- 大川剛, 時田喬, 柴田康成, 他 “重心動搖検査-単位面積軌跡長の意義-健常者における検討” Equilibrium Res 54, 296-306, 1995.
- 鈴木淳一, 松永喬, 德増厚二, 他 “重心動搖検査の Q&A,(手引き)1995”Equilibrium Res 55, 64-77, 1966.
- 雨森正起, 吉川一輝, 松浦康之, 他 ”座位における重心動搖の基礎的検討”信学技報, Vol.111,no.367,pp.33-37,2011.

## 人間になじむシステムの形

高木隆司<sup>1</sup>, Beth Cardier<sup>2</sup>, Ted Goranson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>神戸芸術工科大学, 連絡先: 〒192-0371 八王子市南陽台 3-3-13, jr.takaki@iris.ocn.ne.jp

<sup>2</sup> University of Melbourne, Australia, bethcardier@hotmail.com

<sup>3</sup> Earl Research, USA, tedgoranson@me.com

### Form of Systems Matching to Humans

Ryuji Takaki, Beth Cardier, Ted Goranson

**Abstract:** The concept of "Katachi" in Japanese language is considered to be useful in developing computer systems, which match well to humans. This idea was first proposed by Cardier and Goranson, and Takaki began to cooperate in 2008. A new term "Kutachi" was produced by the present authors to indicate a standard of goodness of systems. This project has not yet given remarkable results, and some trials are introduced in this presentation.

**Keywords:** Kutachi, Computer system, Human affinity, Narrative, Kanji, Icon design

#### 1. はしがき

筆者らは、2008年11月の京都大学での形の科学シンポジウムで、"Kutachi" as an Approach to Design a Narrative Dissymmetry Metric(物語における対称性の破れをデザインする概念「クタチ」)という表題で講演をおこなった[1]。その主旨は、より使いやすいコンピューターシステムを設計するには、人間がもつている基本的な性質を調べ、それを機械が理解できるような論理に変換する必要があること、その基本的な性質を探るために形の科学会が従来まで追求してきた「形」の概念が有効であることを提案し、形の科学会との協力関係を呼びかけることであった。その際、コンピューターシステムの良さを示す価値基準として「Kutachi」という用語が作られたことを報告した。

このような活動は、主としてアメリカで続けられているが、有望な研究方針というものは十分確立していない。その一つに、昔から語り伝えられた物語には人間の基本的な性質が反映されているという考えがあり、著者の一人 Cardier によって物語の研究がおこなわれている。一方、高木は、漢字の部首の形を解析し、その対称性や画数、端点の数などと、各部首がもつ意味に相関があることを示したことがあり[2]、それが機械の操作の便宜として設定されたアイコンのデザインに応用できることを、2005年の横幹連合講演会で発表した[3]。

Kutachi の概念を世界に向けて発信するために、Goranson と高木は、Project Syndicate というヨーロッパの記事配信会社に原稿を送り、それが 2009 年 1-6 月にかけて世界中で掲載された（図 1）。

2009 年 10 月には、再度来日した Goranson とともに、システム設計関係者の集まりである NPO 法人 CEO 協議会(Collaborative Engineering Office Initiative, 2003 年設立、理事長：綾日天彦氏)のメンバーと非公式な会合をもった。この団体は、人と機械の協調をめざして話し言葉でコンピュータを利用できる先進技術の開発を目指している。ただし、CEO 協議会とは、その後は接触していない。

以下では、筆者の一人（高木）が始めた、ワードプロセッサー、MS-WORD の 2003 年版と 2007 年版の比較する試みの結果を紹介する。

The screenshot shows the Project Syndicate homepage with the title 'PROJECT SYNDICATE A WORLD OF IDEAS'. Below it, there's a navigation bar with links for 'Observers', 'Economists', 'Weekly Commentaries', 'World Views', and 'Special Series'. The main content area features a large image of H. T. Goranson and Ryuji Takaki. The article title 'Breaking the Windows Barrier' is displayed prominently, along with the authors' names. Below the title, there are social sharing options and a small bio for H. T. Goranson. The bio states: 'H. T. Goranson is the Lead Scientist for Earl Research and was a Senior Scientist with the United States Defense Advanced Research Projects Agency.' At the bottom of the page, there are three small boxes labeled 'MOST READ', 'MOST DISCUSSED', and 'MOST COMMENTED'.

図 1. 新聞記事の冒頭部分。表題は、OS である Windows の停滞を打破することを意味する。

## 2. 良いワードプロセッサーとは

文書作成では、まず出来上がった文書をイメージし、その作成のための種々の処理をイメージし、これらのイメージに従って実際の機械を操作する（図2）。そのとき、処理の性格による分類が、自分のイメージと実際の機械で一致していないと、作業の能率が悪くなり、そのワードプロセッサーは使いにくいという印象をもつ。そこで、処理の分類とはどんなものかということが問題である。

処理を大きく分けると、「ファイル一括処理」（開く、保存、印刷など）、「編集」（文書の作成）、「表示」の3つである（図3）。このうち、「編集」には多くの機能があり煩雑になるので、便宜上それを「編集」と「挿入」に分けています。狭義の「編集」はワードプロセッサーの内部で処理すること、「挿入」はその外部にあるデータを挿入することと定義するのが合理的である。狭義の「編集」も、テキスト作成、書式設定、表や図形の作成（単純なテキスト以外のもの）に分けることができる。



図2. ワードプロセッサーの作業の概要

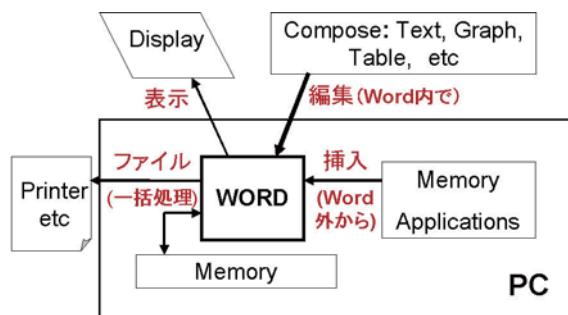


図3. 文書作成時の基本操作 (ファイル、編集、表示)

ここで、実際のワードプロセッサーがもつ作業分類が、上記の合理的な分類と一致しているかどうかが問題である。試みに、MS-WORDの2003年版と2007年版を比較したところ、2003年版の方がより合理的であった（そのためか、筆者の一人（高木）は、2007年版は使いにくいという印象をもっている）。なお、作業の性格から分類することが本当に合理的なのか、という問題もある。たとえば、性格が異なる2つの処理が引き続いで使われる場合が多いときは、これらを同じ分類に入れておく方が処理は速くなる。ただし、このようなシステムは習熟したユーザーには合理的でも、一般のユーザーには不合理と映るであろう。

処理の分類とは別に、処理を表す用語あるいはアイコンが明解であるかという問題もある。この点でも、MS-WORLDの2007年版は使いにくい。たとえば、編集を表す用語は、2007年版では「ホーム」となっている。「ホーム」の意味が不明である。

## 3. 結語

「人間になじむ」という言葉の意味を、ここでは「人間が自然に発想する形に合っている」と考えている。そのような価値基準が、最初に述べた「Kutachi」である。自然な発想とはどんなものか、それを図形として表現できるか、という問題を今後真剣に追求しなければならないであろう。

このような問題の議論は、だれでも参加できる自由な雰囲気の中でおこなうのが良いと思われる。筆者は、この問題に興味のある読者とは、いつでも意見交換する用意がある。

## 参考文献

- [1] T. Goranson, B. Cardier, 高木隆司 : "Kutachi" as an Approach to Design a Narrative Dissymmetry Metric, 形の科学会誌, 23巻2号, pp.235-236
- [2] R. Takaki, "Towards a reformation of Chinese ideographs", FORMA, 16, 3 (2001) pp.289-305
- [3] 高木隆司: 形に内在する意味とアイコンデザイン—漢字部首の解析、第1回横幹連合コンファレンス、2005.11.25（長野県JAビル）

## 多点同時計測による剣道面打ち運動の解析と熟練度

原田晋作<sup>1)</sup>、砂田治弥<sup>2)</sup>、横山清子<sup>2)</sup>、松川剛司<sup>3)</sup>、松浦康之<sup>1)</sup>、高田宗樹<sup>1)</sup>、平田隆幸<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

<sup>2)</sup> 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

<sup>3)</sup> 愛知工業大学 情報科学部 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247

### **Measurements of the body motion and electromyography at multi-points during kendo men-strike and the degree of kendo skill.**

Shinsaku HARADA, Haruya SUNADA, Kiyoko YOKOYAMA, Tsuyoshi MATSUKAWA, Yasuyuki  
MATSUURA, Hiroki TAKADA & Takayuki HIRATA

<sup>1)</sup>Department of Human & Artificial Intelligent Systems, University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui  
910-8507, Japan

<sup>2)</sup>Graduate School of Design and Architecture, Nagoya City University. 2-1-10 Kitachikusa,  
Chikusa-ku, Nagoya City Aichi Prefecture, Japan. 464-0083

<sup>3)</sup>Department of Information Science, Aichi Institute of Technology, 1247 Yachigusa, Yagusa Cho,  
Toyota City Aichi Prefecture, Japan.

#### 1. はじめに

人間の身体運動の解析は、身体を持った「知能」や人間型ロボットの開発という面から多くの研究者の興味を惹いている。さて、人間の身体運動の中でもスポーツは、極限状況での動きの最適化が行われていると考えられる<sup>[1]</sup>。本実験ではスポーツ時の身体運動の解析を行うに当たって、竹刀軌道が2次元的な運動として扱うことができ、正確さが要求される剣道の面打ちに着目した<sup>[2]</sup>。また、面打ち動作の解析から熟練度の定量化を試みた。

高段者は、どのように面打ち動作における身体の使い方を最適化しているかを明らかにすること、および熟練度の客観的な定量化に成功すると、教育指導現場において役立てると考えられる。

#### 2. 多点同時計測による面打ち運動の計測

剣道の面打ち運動において、個人の熟練度を測る試みをした。面打ち運動をモーションキャプチャー(VICON 社)と表面筋電(日本光電: 多チャネルテレメータシステム WEB-7000)の同時計測を用いて、剣道の面打ち動作の多点計測を行った。6人の被験者{大学生4人(A:経験年数11年、B:15年、C:13年、D:12年、E:17年)、高段者1人(6段以上)}にそれぞれ、一足一刀の2.2mと近間の2.0mの距離から被験者と同じ高さにある面打ち練習用の打ち込み棒(長さ: 0.57m)へ面打ちを以下に示す

3パターンの方法で5回ずつ打ってもらった。

(パターン 1) 左手を目線以上に大きく振りかぶり、すり足を用いて一足で打つ。

(パターン 2) 左手を目線以上に大きく振りかぶり、踏み込んで一足で打つ。

(パターン 3) 目標物に最も早く打ち込めるように打つ。

#### 3. 解析

モーションキャプチャーの計測点48点(身体44点、竹刀4点)(図1参照)を計測した。その中の代表的な10点(1:頭頂、2:肩中心、3:右ひじ、4:右手、5:水月、6:右腰、7:右ひざ、8:右かかと、9:剣先、10:柄頭)を抽出(図2参照)し、ステッキピクチャーを作成した(図3参照)。各計測点は1/120sで描画した。また、筋電図は計測点4点(1:左腕とう骨筋、2:右上腕二頭筋、3:右ハムストリングス、4:左ふくらはぎ)で行った。これは、以下の仮定の元に計測した。1: 左腕とう骨筋は打突が行われる瞬間に使われる。2: 右上腕二頭筋1と同様である。3: 右ハムストリングスは打突が行われた後の左足の引き付けに使われる。4: 左ふくらはぎは身体を前に出す時に使われる。

竹刀が打ち込み棒に当たる時間を0として、面打ち運動の際にどのタイミングで筋活動が行われているのかを調べた。各計測点は1/1200sで行つた。図4では二乗平均平方根(Root mean Square: RMS)を用いて解析を行う。

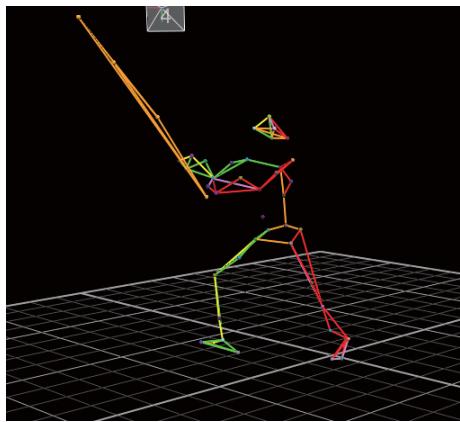


図1 高段者のモーションキャプチャーによって再構成した3次元スケルトン。

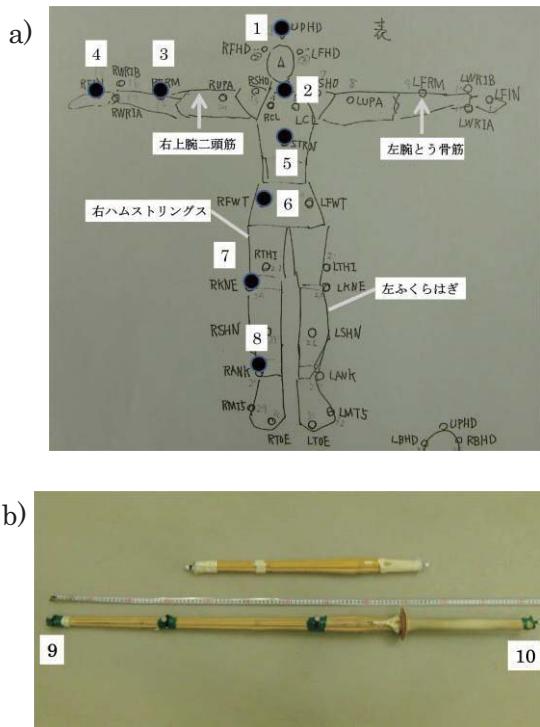


図2 マーカの代表点と筋電計測点 a) マーカの代表点（身体）と筋電計測点、b)マーカの代表点（竹刀）。

#### 4. まとめ

ステイックピクチャーを作成することで、身体及び竹刀が描く軌跡が明確となった。各被験者の振り上げ動作や足運びの特徴を可視化することができた。それにより、面打ち動作を客観的に見ることができるようになった。また、各計測点の間隔が広い所は速度が速く、間隔が狭い所は速度が遅いことから、各被験者の面打ちスピードを知る事ができた。

さらに、筋電図では各計測点での筋肉の使われ方を確認することができた。特に左腕とう骨筋は打突の瞬間に共通して波形が見られた。講演では、

身体運動と筋電との関係を議論する。

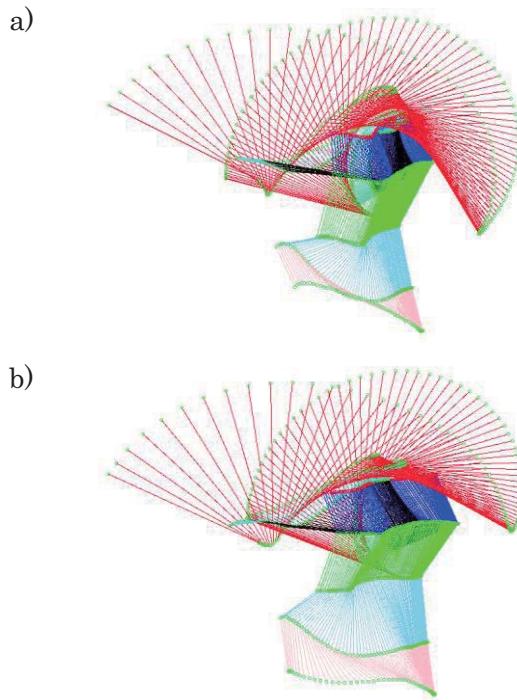


図3 面打ちの軌跡を10点の代表点から構成した  
スティックピクチャー。1/120s毎に描画している。  
(2.2m パターン2) a) 大学生A b) 高段者。

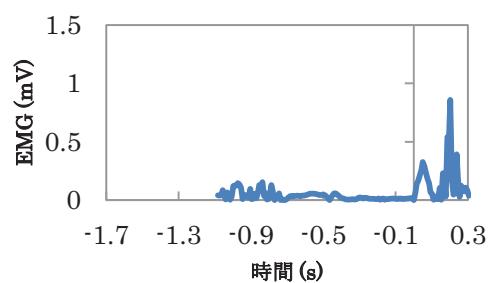


図4 大学生Aの右上腕二頭筋のRMS(N=3)で解析した筋電図(2.2m パターン2)。

謝辭

研究にご協力いただいた相模利朗先生に感謝いたします。

参考文献

- [1] Y. Uno and K. Suzuki, Brain Adopts the Criterion of Smoothness for Most Quick Reaching Movement, "The transactions of the Institute of Electronics", vol.83, D-2, pp.711-722, 2000.
  - [2] 原田晋作 他、"竹刀運動だけから剣道の熟練度は測れるか?"、日本物理学会北陸支部定期講演会 PP.32、(2010)

# マルチ CPU 化による群ロボットの処理能力向上の可能性

高井 裕紀、波田 邦彦、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 福井市文京 3-9-1

## Improvement of the ant type swarm robot by using of the multi-CPU system

Hiroki TAKAI, Kunihiko HADA, Hiroki TAKADA & Takayuki HIRATA

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

**Abstract** Swarm intelligence has been attracted much attention of researchers in various fields. To design swarm robot is difficult because of too much degree of freedom. The social insects, such as ants, are good examples of sophisticated autonomous distributed system. Therefore, a cooperative behavior of ant colony give us a hit in designing a swarm robot. In this study, we attempt to make the contact communication module based on Tiny H8 CPU.

**Keyword** swarm robot, the contact communication module, multi-CPU

### 1. はじめに

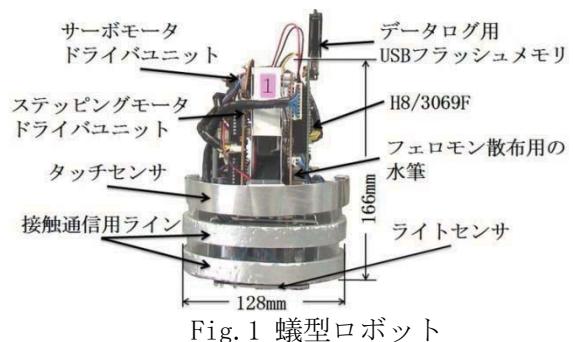
自律分散システムとしての群知能(Swarm Intelligence)の研究が注目を集めている<sup>[1]</sup>。群知能の研究は、要素間の相互作用によって創発(emergence)現象が発生し、より高度な知的システムが現れることに注目したものである。群ロボットの研究において、どのようなロボットを設計し、かつ製作するかは、非常に重要なポイントとなる。

本研究では、メイン CPU の負担軽減を目的として、Tiny H8/3694 を搭載することによるマルチ CPU 化により、接触通信部分をモジュール化する。そして、過去に製作してきたロボットとの性能の比較をし、性能向上の可能性を議論する。

### 2. 汎用蟻型群ロボット

#### 2.1. 汎用蟻型群ロボットの開発

群ロボットの特徴は、1)個々のロボットが安価ゆえ多数のロボットを製作できる、2)協調行動による複雑な仕事の達成ができる、3)数台のロボットが故障しても群ロボット全体の仕事は影響を受けない(robustness)、4)汎用ロボットなので、多様な目的に使える柔軟性(flexibility)がある。本研究で使用する蟻型ロボットを Fig. 1 に示す。



#### 2.2. 接触通信システム

接触通信システムは、通信ラインが物理的に接觸しているときのみデータ通信がおこなえる<sup>[2]</sup>。移動するロボット同士がに出くわしたとき、物理的に接觸している時間は長くない。物理的に接觸している間のみ情報交換をおこなうシステムであるため、データ通信中に離れてしまうと、通信に失敗するという問題点がある。しかし、数バイトの情報量のデータ通信を想定した場合、物理的に接觸している間に、通信を行うことは可能である。また、社会性昆虫などの情報通信を模した群ロボ

ットに搭載するということを考えると、接触した場合 100%の確率でデータ通信が成功するという完全な通信システムである必要はない。ロボットの衝突角度を変えたときの接触通信の成功確率のローズダイヤグラムを Fig. 2 に示す。

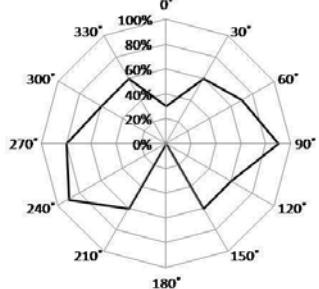


Fig. 2 ロボットの衝突角度を変えたときの接觸通信成功確率のローズダイヤグラム

### 3. 接触通信機能の完全モジュール化

#### 3.1. Tiny H8/3694

蟻型ロボットに搭載するサブ CPU として、秋月電子社製の TinyH8/3694 を採用した(Fig. 3 参照)。TinyH8/3694 は、周波数 20MHz の 16bit 高速 CPU で、小型にも関わらず充分高い処理性能を持っている。メモリは ROM32KB、RAM2KB を内蔵しており、同じ Tiny シリーズの中でも大きい方である。また、周辺機能としては、タイマ A・タイマ V・タイマ W・ウォッチャドックタイマ、SCI3(シリアルデータ通信)、10 ビット A/D 変換器など豊富な機能を搭載している<sup>[3]</sup>。秋月の TinyH8/3694 ボード自体のサイズは非常に小型・軽量で、価格も比較的安価という特徴がある。

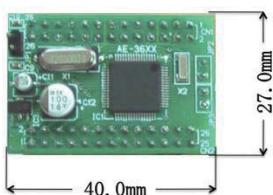


Fig. 3 Tiny H8/3694 ボード (秋月電子社製)

#### 3.2. マルチ CPU システム構成

現在、メイン CPU である H8/3069F<sup>[4]</sup>はプログラム上でセンサ系の制御、ステッピングモータドライバ・サーボモータドライバへの命令をおこなっている。また、サブ CPU として PIC16F84A を 2 つ使用して左右で 2 つのステッピングモータの制御を行い、PIC12F675 にはサーボモータの制御をさせている。1 台のロボットにつき 4 つの CPU を使用して制御していた。センサ系の制御としては外部からの情報を得るためにライトセンサ、タッ

チセンサ、接触通信部がある。この中のどれかが反応することで、メイン CPU は他のサブ CPU に命令を送りロボットの動作を制御している。センサ系の中でもタッチセンサと接触通信部はタイマ機能を用いて常に約 300 μs 毎に確認している状況である。この処理を Tiny H8/3694 を使用したマルチ CPU 化によって、接触通信システム部の完全モジュール化することで、メイン CPU の負担を大幅に軽減させることが可能である<sup>[5]</sup>。5 つの CPU を使ったマルチ CPU による制御構成の模式図を Fig. 4 に示す。

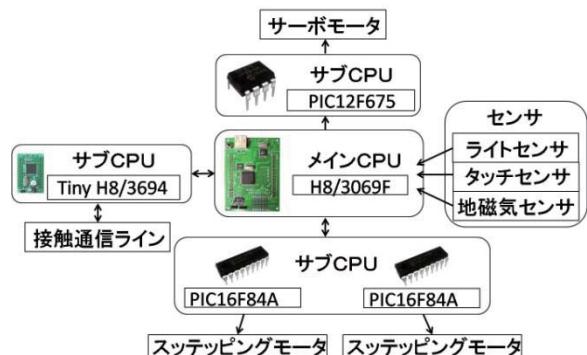


Fig. 4 マルチ CPU によるシステム制御構成の模式図

### 4. 議論

サブ CPU として TinyH8/3694 を採用したことにより、メイン CPU の自由度が増え、使用可能な I/O ポートの数も増えたため、今後の蟻型ロボットの設計に関して幅が拡がったといえる。しかし、メイン CPU と TinyH8/3694 の通信では双方向のデータ通信が可能となったが、接触通信での成功確率はまだ低い。今後、他の蟻型ロボットとの接触時に、以前の接触通信成功確率を落とすことなく、接触通信機能のサブ CPU への移植を完成させることが必要である。さらに、講演ではマルチ CPU によって得られた蟻型ロボットの可能性を議論する。

### 参考文献

- [1]. E. Bonabeau M. Dorigo, G. Theraulaz. Swarm Intelligence. Oxford Univ. Press, New York, 1999.
- [2]. 平田隆幸, 川地秀幸, “群ロボットにおける接觸コミュニケーションシステム” 福井大学工学研究科報告, 第 55 卷, 61-65, 2006.
- [3]. BestTechnology ホームページ <http://www.besttechnology.co.jp/index.php>
- [4]. Renesas Electronics ホームページ <http://japan.renesas.com/>
- [5]. 高井裕紀, “汎用蟻型ロボットの開発-マルチ CPU によるインテリジェント化-” 福井大学工学部卒業論文, 2011.

## 群ロボットによる目的地探索

### — 方位センサを搭載したロボットを導入した効果 —

波田 邦彦, 高井 裕紀, 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 福井市文京 3-9-1

#### Searching experiments by swarm robots

#### - Effects on the goal searching by introducing the robots with the geomagnetic-sensor -

Kunihiro HADA, Hiroki TAKAI, Hiroki TAKADA & Takayuki HIRATA

Department of Human & Artificial Intelligent Systems, University of Fukui,

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

#### 1. はじめに

自然界では、蜂や蟻など群れ(colony)で行動する社会性昆虫が繁栄している。社会性昆虫は、一個体では遂行が困難である複雑な仕事を協調行動により達成することができる。例えば、蟻の採餌行動をみてみよう。蟻は餌場を発見すると、フェロモンを付けながら巣へ帰巢し、仲間の蟻はフェロモンをトレースしながら餌場に向かい、巣-餌場間の餌運搬経路を最適化することが知られている。また、蟻は、歩測で移動距離<sup>[1]</sup>を測っていることや、太陽の方角などで方位を計測していること<sup>[2]</sup>が知られている。このような蟻を手本に、群ロボットの可能性を調べる研究がなされている。

本研究では、方位センサ(地磁気センサ)を搭載した蟻型ロボットを導入し、餌場探索実験を行った。ロボットに方向の情報を与えることで、餌場探索にどのような効果をもたらすかを確かめた。

#### 2. 蟻型ロボット

本研究で使用する蟻型ロボットをFig. 1に示す。ロボット全体の行動を制御するマイコンとして、秋月電子製 H8/3069F USB ホストボードを使用した。行動時の蟻型ロボットの内部状態のログは、USB フラッシュメモリに保存している。駆動部には、2つのステッピングモータを用いている。ステッピングモータのコントロールには、独立したサブ CPU である PIC16F84A を用いている。



Fig. 1 蟻型ロボットの機能と各モジュール

#### 3. 方位センサ

方位センサには、RDCM-802 が搭載された電子コンパスモジュール(GEOSENSORY 社)を使用した。RDCM-802 は、磁界の強さで抵抗値が変わるこという MR(magneto-resistive)素子を使ったセンサである。電子コンパスモジュールを Fig. 2 に示す。このセンサの方位分解能は、8 方位であり、3 ビットの出力端子を有する。つまり、各方角の 45° の分配角( $\pm 22.5^\circ$ )は同じ方角を示す。蟻型ロボットに搭載できるように H8 マザーボードの回路を改良し、同時に LED を取り付け、方角を確認できるようにした。

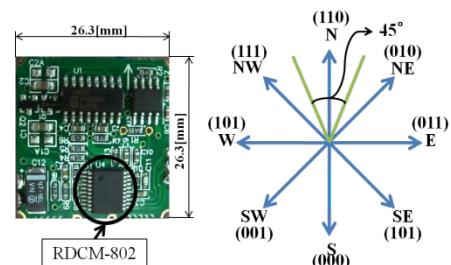


Fig. 2 方位センサ(地磁気センサ)と分配角  
(内は3ビットの出力を示している)。

#### 4. 実験

実験は、複数台の小型ロボットを使った餌場探索実験を行う。使用するロボットの総数は、6台とした。ここでは、地磁気センサを搭載したロボットと地磁気センサを搭載していないロボットの比率を変えて、地磁気センサを搭載したロボットの影響を調べる。ロボットの比率をTable 1に示す。

Fig. 3に実験条件を含めた餌場探索実験の様子を示す。巣(出発地点)と餌場はそれぞれ、Fig. 3の半径750mm、50mmの黒い円である。これは、ロボットがライトセンサによって、巣や餌場を認識できることを用いている。実験フィールドの大きさは、2100×2100mmである。巣と餌場は、フィールドの対角線上の両端に配置した。

ここでは、群ロボットの協調行動による餌場探査の効率を調べることを主眼としている。そこで、餌場探索が成功したという状況を定義しなければならない。単一のロボットの場合は、餌場を見つけて巣に帰ることによって、探索成功と定義できるが、協調行動に主眼をおくため、餌場探索の成功を使用したロボットの半数以上(具体的には、3台)が餌場を発見した場合を餌場を見つけたと定義する(第1ステップの成功と定義)。

さらに、餌場運搬経路の形成に関する定義をしておく。ここでは、餌場運搬経路の形成を延べ3往復以上の巣-餌場間の往復が行われた場合を餌運搬の成功と定義した(第2ステップの成功)。我々の蟻型群ロボットの特徴としては、運搬経路の可視化が容易であるという点である。この特徴を活かして、餌場運搬経路の形成とは、1つのフェロモンルートを介して、3往復以上の餌運搬がなされた時とする(第3ステップの成功)。

Table 1 探索に用いたロボットの台数

台数	
地磁気センサ無し	地磁気センサ有り
6	0
5	1
4	2
3	3

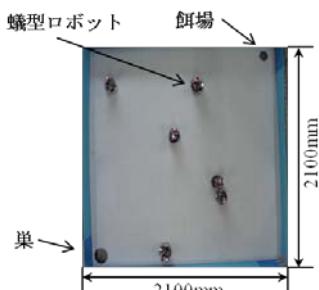


Fig. 3 探索実験の様子

#### 5. 議論

地磁気センサを搭載したロボットの役割について述べよう。方向だけの補正がどれだけ自己位置同定に有効かを考える。我々の実験においては、接触(ロボット同士あるいは、壁)において、方向を見失うことが多かった。方向の補正を行い、ロボット内部の自己位置同定に用いるマップ情報の精度を向上させる上で、地磁気センサを搭載した効果を調べた。

次に、目的地探索において、第1ステップの成功、第2ステップの成功、第3ステップの成功に分け議論することにする。まず第1ステップでは、餌場を発見したロボットは発見していないロボットに餌場の情報を伝える必要がある。情報の交換はロボット同士が接触することにより、接触通信用ライン(Fig. 1)を使い通信を行う。ここで交換する情報の1つであるマップ情報の正確さが重要となる。

次に第2ステップでは、巣-餌場間に運搬路を形成するために、水に濡れると色が変わる水筆用紙と水筆を使い疑似フェロモンを再現した。ここで水の蒸発する時間は最適な運搬路を形成するうえで、とても重要である。もし蒸発が早すぎた場合、運搬路は形成されない。

最後に第3のステップでは、形成された運搬路が複数形成された場合は、蟻型ロボットはどのフェロモン経路をたどるかは、確率的要素が含まれる。多くの蟻型ロボットがトレースした経路(ルート)は、強化され、あまり選択されなかつた経路は、蒸発によって消えざる。遠回りの経路(あるいは複雑な経路)は、蒸発やトレースミスによって、淘汰され、最終的には最短ルートのみが生き残る。第3ステップの課題は、複数できる可能性のある経路がどのように最適化されるかを調べるものである。

講演では、各ステップに分けて議論する。

#### 参考文献

- [1] M. Wittlinger, R. Wehner & H. Wolf, "The Ant Odometer: Stepping on Stilts and Stumps", *Science*, Vol. 312, 1965-1967 (2006)
- [2] M. müller, & R. Wehner, "Wind and sky as compass cues in desert ant navigation", *Naturwissenschaften*, Vol. 94, 589-594 (2007)
- [3] Shuto, Hirata (2005) Proc. of AMiRE2005, 307-313
- [4] 波田邦彦, 高田宗樹, 平田隆幸: デジタルコンパスの蟻型群ロボットへの応用 – 方位センサによる自己位置同定の向上 – , 「福井大学院工学研究科研究報告」第59卷, 73-78 (2011)

## 関連事項の集合で記事を特徴づける wiki サイトの開発

松浦 執<sup>1</sup>, 内藤 求<sup>2</sup>, 豊田 弘巳<sup>3</sup>, 小松 由<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東学大・教育, 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

<sup>2</sup> (株) ナレッジシナジー, 愛知県高浜市屋敷町 3-3-1

<sup>3</sup> 本町田東小学校, 東京都町田市本町田 3350

E-mail: shumats0@gmail.com

### Development of a Wiki Site That Characterize Articles with the Sets of Associated Subjects.

Shu Matsuura<sup>1</sup>, Motomu Naito<sup>2</sup>, Hiromi Toyota<sup>3</sup>, Yui Komatsu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukui-kita, Koganei, Tokyo,

<sup>2</sup>Knowledge Synergy inc., 3-3-1 Yashikicho, Takahama, Aichi,

Honmachida Higashi Elementary School, 3350 Honmachida, Machida, Tokyo.

**Keywords:** Teachers' community, Wiki, Topic Maps, Tanimoto Similarity.

**Abstract:** We developed a pilot case of a Topic Maps-based wiki site to exchange ideas about children's behavior in elementary schools. To measure the similarity between two articles and to relate articles on the basis of the similarity, we calculated the Tanimoto Similarity of the sets of associated topics of the article. To improve similarity-based retrieval, it was suggested that more specific topics characterize the articles.

### 1. はじめに

近年、多くの小学校であらためて学級崩壊の発生が目立ってきてている。この現象は、経験年数の少ない教師だけでなく、長年の経験を持つ熟達した教師の学級にも突然現れることがあるという。学級崩壊に直面した担任教師の負担は大きい。複数教師で授業を運営しても、子どもにとって安心して学べる状況にまで回復することは大きな労力を要する。

このような危うさをはらむなかで、学級の安心を維持したり回復したりするためには、多くの教員の日常的な問題発見や知恵の共有が必要である。これは経験年数の多寡を問わない。実践の場での教師自身の気づきを誘発するためにも、多様な教師の経験や悩みの共有が有効と考えられる。

本研究では、教師の悩み（「こまったな」）、知恵（「よかったです」）、学級運営などで効を奏した規則（「役立つ規則」）、および言ってよかったです、あるいは後悔した言葉（「とっさの一言」）について誰もが自由に投稿して情報共有するための wiki サイトを <http://tm.u-gakugei.ac.jp/ca/k/> に試作した。この wiki サイトは情報の整理技術である ISO 標準の Topic Maps に基づいて作成した。

### 2. Topic mapの構成

本研究の wiki サイトのバックボーンとなる topic map の topic type は、大きく article

topic type と subject topic type とに分類される。前者は投稿された記事を個々の topic instance として登録するものである。後者は次に述べる関連項目 topic を分類するものである。投稿者は、記事を書き、記事に関連する項目を選択して投稿する。各記事に関連づけされた関連項目の集合は、その記事を特徴づける役割を果たす。

関連項目 topic は、記事の主題に関連する article\_subject type と、記事をとりまく状況についての article\_situation type に分類する。前者の article\_subject type は、学校での時間の流れに沿った項目群、空間的な場所に関する項目群、こどもの能力（体力、知力、気力、実践力、コミュニケーション力）に関する項目群、子どもの振舞いに関する項目群の 4 つで構成している。後者の article\_situation type は、先生のどのような内省であるかという項目と、悩みを持つ主体に関する項目で構成している。具体的な関連項目は、町田市の小学校教員で構成される研究会での議論の過程で挙げられてきたものである。

### 3. 記事の類似度

記事は上述のような関連項目によって多角的に整理される。一方、記事と関連づけられた関連項目の集合の類似度を測ることによって、直接に 2 つの記事の類似性を特徴づけることができる。これは 2 つの記事の内容そのものの類似性ではなく、どの程度類似した状況で 2 つの記事の内容の事象が生起しているかと特徴付けるものである。類似性のある記事を見つけることによって、同様な状況で起きていると考えられる事象やその解決案などが発見される。記事  $a$  の関連事項の集合  $A$  と、記事  $b$  の関連事項の集合  $B$  との Tanimoto Similarity  $T_{ab}$  は次のように、和集合に対する積集合の割合として書かれ、1 に近いほど集合の類似度が高いと見なされる。

$$T_{ab} = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}.$$

### 4. 結果と考察

現時点では、全体で 102 の記事が投稿された。そのうち、64.7% の記事が、9 個よりも少ない関連事項で特徴づけられている。とくに、3 または 4 個の事項のみを関連づけた記事が最も多くなった。関連事項の数が少ないと、上述の類似度の、特徴付けとしての精度はよくない。比較した記事のペアの数の対数と、そのペアの類似度をプロットすると、図 1 のように概ね直線的に下降する傾向が見られた。

さらに、関連づけられた項目として、Article\_situation type の項目の割合が Article\_subject type よりも多く、記事の固有性が充分に特徴づけられていないことが推測された。

今後は、投稿の際に、Article\_subject type の項目を、負担なく、より積極的に選択できるようなインターフェースの開発が目標である。

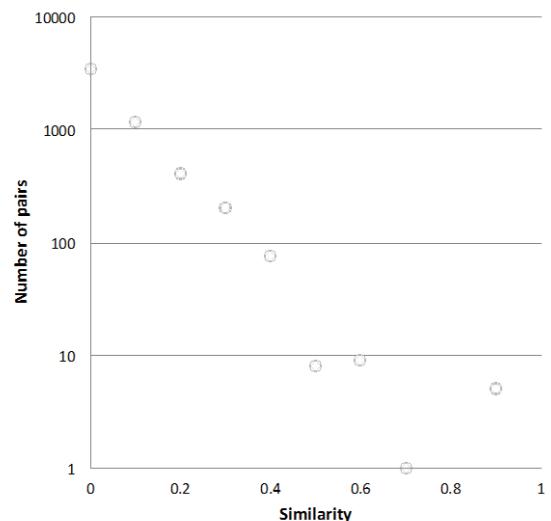


図 1. 記事のペアのヒストグラム（片対数）

## 放散虫の多節骨格とその意味

松岡 篤

新潟大学理学部/形の科学研究センター, 新潟市西区五十嵐2の町 8050

matsuoka@geo.sc.niigata-u.ac.jp

**Multi-segmented skeletons of radiolarians and their meaning**

Atsushi MATSUOKA

Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

**Keywords:** Radiolaria, Nassellaria, multi-segmented skeleton, feeding behavior, evolution

### 1. はじめに

現世の放散虫には主要な3つの捕食様式があり、殻形態はこれらの様式によく対応していることが指摘されている[1]。そのうちの1つは、多節塔状Nassellaria（以下、多節Nassellaria）である。多節Nassellariaはタケノコのように節のある円錐形の殻をもつことが一般的で、“タケノコ型”放散虫ともよばれる（図1）。多節Nassellariaは中生代に繁栄し、多くの種が生息していたことが化石記録から知られている。今回は、多節Nassellariaの捕食行動と殻形態の関係を示すとともに、De Weverらが作成した放散虫の科のレンジチャート[2]をもとに、多節Nassellariaの進化史を概観する。また、現世とジュラ紀の多節Nassellariaを比較し、多節性の意味について考える。



図1. 中生代白亜紀の多節Nassellariaの石膏模型。内部がわかるように半切してある。

### 2. 多節Nassellariaの捕食行動と殻形態

多節Nassellariaの捕食行動は以下のようにまとめることができる。軸策質(axoplast)から伸びる軸足(axopodia)の束が、殻の末端の開口部から外界に向かって張り出される。軸足の束は、全体として円錐形の構造(Terminal Cone: TC)を形づくる。円錐の中央には、軸足の束よりもはるかに長い軸足が、1本ないし数本伸ばされる。この長い軸足にエサが触れると、急速に収縮してエサをTC内に取り込むとともに、TCがエサをかご状に包み込んで殻の開口部から殻の中に取り入れる。

多節Nassellariaの節にあたる仕切板の中央には孔があいており（図1），捕食装置の軸

足が通過する空間となっている。また、そこは捕獲したエサを収納する空間でもある。多節 *Nassellaria* は、節の数を増やして殻の長さを伸ばすような付加成長の様式をとる。したがって、原形質を格納する空間は成長とともにあって体積が増すことになる。

### 3. 多節 *Nassellaria* の進化

明瞭な多節 *Nassellaria* が化石記録として現れるのは、中生代トリアス紀中世である。この時期に *Bulbocyrtidae* 科, *Planispinocyrtiidae* 科, *Ruesticyrtiidae* 科が出現するが、これらはトリアス紀新世に絶滅する。ちなみに、トリアス紀末は顕生累代に5つある大量絶滅の時期の1つにあたり、多くの放散虫がこの時期に姿を消している。ジュラ紀古世は大量絶滅からの回復期に位置づけられる。ジュラ紀古世から中世には多節 *Nassellaria* の放散がみられ、*Hsuidae* 科, *Archedictyomitridae* 科, *Parvingulidae* 科, *Xitidae* 科など多彩な科が出現する。

ジュラ紀中世から白亜紀古世に多節 *Nassellaria* の科は最も多くなり、その数は12を数える。これ以降の中生代は、新しく出現する科よりも絶滅する科の方が多くなり、徐々に科の数が減少していく。この傾向は新生代になっても続き、科の数は減り続けていく。新生代になってから出現する科は、*Lophocyrtiidae* 科と *Pterocorythidae* 科の2科である。ただし、この2科に含まれる種は3殻室を基本としており、塔状ではあるが必ずしも多節とはいえない。現世の放散虫で明瞭な多節性を示すのは、*Eucyrtidiidae* 科と *Artostrobiidae* 科である。

### 4. 現世と中生代の多節 *Nassellaria* の比較

多様性の観点から、現世と多節 *Nassellaria* が最も発展したジュラ紀について比較する。科に含まれる属の数に着目すると、現世の多節 *Nassellaria* は、1つの科の中に2~3の属しか含まないのに対し、ジュラ紀中世の *Hsuidae* 科や *Parvingulidae* 科は10程度の属を含んでいる。また、1つの属に含まれる種の数についても同じような傾向があり、ジュラ紀の多節 *Nassellaria* の方が1属に含まれる種の数が多い。一方、現世の多節 *Nassellaria* には、1属1種のものがいくつも認められる。

放散虫にみられる一般的の傾向として、現世の放散虫の殻は、中生代の放散虫の殻に比較して、華奢で薄いことが指摘できる。このことは多節 *Nassellaria* についてもあてはまる。

### 5. 多節性の意味

多節 *Nassellaria* の節は、殻の強度を高めるのに役立っていると考えられる。捕食行動の際の強力な軸足の収縮に抗して、殻の破損を防ぐ役割があるのかもしれない。放散虫の進化史をたどると、殻が薄化することと多節性が廃れていくことは連動しているようにもみえる。両者に何らかの関係があるのかどうか、興味深い問題である。

## 文献

- [1] 松岡 篤(2006)「形の宝庫」放散虫。進化・情報・かたちー"生命知"のペースペクティブ, 培風館, 142-155.
- [2] De Wever, et al. (2001) Radiolarians in the Sedimentary Record. Gordon and Breach Science Publishers, 538p.

## Carapace surface ornamentation and its applications in fossil clam shrimp (Crustacean) taxonomy

Gang Li<sup>1</sup>, Atsushi Matsuoka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> State Key Laboratory of Palaeobiology and Stratigraphy, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

<sup>2</sup> Department of Geology, Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

**Abstract:** Clam shrimps are small, bivalved brachiopod crustaceans with a chitinous carapace. They have a geological record back to the Devonian Period. Recent clam shrimp taxonomy is mainly based on the soft part features. But fossil records of their soft parts are very scarce. So that the taxonomy of the fossil clam shrimps are mainly based on the features of the carapace ornamentation. Here the authors would like to introduce the applications of carapace surface ornament in the taxonomy of late Mesozoic fossil clam shrimps.

**Keywords:** ornamentation, fossil clam shrimp, taxonomy, evolution, late Mesozoic

### Introduction

Late Mesozoic strata in China are mainly of non-marine origin and contain an abundance of fossil clam shrimp faunas. The classification of fossil clam shrimps is mainly based on their carapace surface ornamentations, including that on growth bands and growth lines (the lower margin of each growth band). In the following paragraphs we would like to introduce the evolution of carapace ornaments according to the fossil records and their importance for the classification of fossil clam shrimp taxa.

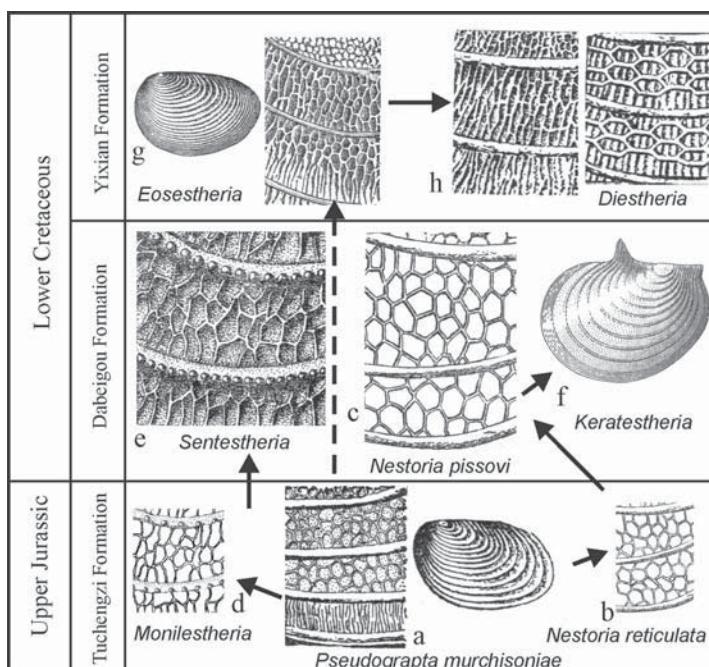


Fig. 1. Evolution of the ornamentation on growth bands of major clam shrimp taxa during Late Jurassic-Early Cretaceous in northern China (modified after Chen et al., 2007).

### **Carapace ornamentation and evolution**

During the Late Jurassic and Early Cretaceous three clam shrimp faunas have been recorded from lacustrine deposits in northern China, i.e. the *Pseudograptia*, *Nestoria-Keratestheria* and *Eosestheria* Faunas (Wang, 1981; Shen and Chen, 1984; Chen et al., 2007). *Pseudograptia*, characterized by its large reticulation on growth bands and very fine and dense radial lirae on narrower growth bands near the venter, evolved into *Monilestheria* and *Nestoria* by adding a row of tubercles on growth lines and losing very fine radial lirae on growth bands near the venter of carapace, respectively (Fig. 1). *Nestoria* reached the acme of its development during the Early Cretaceous (Dabeigouan), forming an important component of the *Nestoria-Keratestheria* Fauna. In *Eosestheria* the polygonal reticulations of growth bands on the dorsal side of carapace change gradually to radial lirae on the ventral and posteroventral parts. *Diestheria*, an important component of the *Eosestheria* Fauna, is considered to have been derived from *Eosestheria* in that transversely enlarged, overlapping reticulation has been added to the upper half of each lirae-bearing growth band in the ventral or posteroventral part of the carapace.

During Late Cretaceous three clam shrimp faunas have been recognized in the Songhua Lake drainage system: i.e. the *Nemestheria*, *Euestherites* and *Daxingestheria* Faunas (Chen et al., 2007). *Nemestheria* is characterized by the alternate long and short radial lirae, while the short ones distribute only on the lower parts of each growth band. *Daxingestheria* (Maastrichtian Mingshui Formation) has additionally short radial lirae on the upper parts of each growth band. *Jilinestheria* (a major component of the *Nemestheria* fauna) evolved from *Nemestheria* during the Turonian by adding cross bars between radial lirae to form an irregular reticulation on growth bands on the lower part of the carapace. Subsequent developments led to reticulation of the whole carapace, as seen in *Dictyestheria*, which had appeared by the Coniacian-Santonian (Yaojian), indicating the beginning of age of the *Euestherites* fauna, and to the regular chain-like ornament of *Halyssestheria*, which was present during the early Campanian (early Nenjiangian). *Euestherites* with its cavernous ornament rather than chain-like reticulations on growth bands in the lower part of the carapace; and *Tylestheria*, which has widely spaced, pronounced radial lirae with intercalated short fine radial lines and cross bars on growth bands in the lower part of the carapace. Finally, *Calestherites* evolved from *Euestherites* through the development of a row of caves (cavities) along the lower margin of each growth band. Soon after, almost the whole of the *Euestherites* fauna became extinct. This coincided with the appearance of brackish bivalves and dinoflagellates, as recorded by their remains in the Third Member of the Nenjiang Formation, and is considered to be a result of the second widespread, major transgression that occurred during the Cretaceous Period (Chen et al., 2007).

### **Conclusion**

The general morphological/evolutionary trends of ornaments of clam shrimp carapace have been clearly demonstrated by the fossil records. The carapace surface ornamentation can be used as an important feature for the classification of fossil clam shrimps.

### **References**

- Chen, P.J., Li, G., Batten, D.J., 2007, Geol.Jour. 42, 391-413.  
Shen, Y.B., Chen, P.J., 1984, Bull. NIGPAS 9, 309-326 (in Chinese).  
Wang, S.E., 1981, Bull. Geol. Inst. CAGS 3, 97-117 (in Chinese).

## 内部に液体を含む円筒の斜面上の回転落下運動と液面の形状

○平山 修, 栗川 連

東京農工大学工学部, 〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16

E-mail: hrym@cc.tuat.ac.jp

### **Rolling motion of a drum half filled with liquid down a slope and the figure of the free surface of the liquid**

Osamu Hirayama and Ren Kurikawa

Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei, Tokyo 184-8588, Japan

**Key Words:** rolling motion, liquid, free surface, drum, slope

#### 1.はじめに

著者らは、透明円筒の内部に円筒容積の半分に相当する体積の粉粒体を入れて円筒を斜面上で回転落下させた場合の、円筒の重心の運動と内部の粉粒体表面の形状との関係についての研究を行ってきた[1]。一方、内部に液体が含まれている場合の円筒の斜面上の回転落下運動については、物理教育的な観点からいくつかの研究がなされてきた[2][3]。しかしながら、円筒容積の半分に相当する体積の液体を円筒の内部に入れて斜面上で回転落下させた場合の円筒および内部液体の運動については、まだ詳細に調べられていない。このような場合には、液面の形状は液体の粘性率に大きく依存し、液体の質量の分布が円筒の重心の運動に大きな影響を与えることが予想される。また、重心の運動が液面の形状に影響を与えることも明らかである。そこで、本研究では、水、オリーブオイル、ハチミツの3種類の液体を円筒に入れて斜面上を回転落下させたときの円筒の重心の運動と内部の液面の形状の関係を詳細に調べ、液体の粘性率との関係などを明らかにすることを目的とした実験を行うことにした。今回は、実験方法および予備的に行われた実験の結果について報告する。

#### 2. 実験装置および方法

アクリル製の円盤（直径 100 mm, 厚さ 3 mm, 質量 28g）4枚と、外径 100 mm, 長さ 30 mm, 厚さ 3 mm, 質量 31g のリング 1 個を用いて、内部が空洞の円筒容器 1 個を作成する。底面の円盤の中心部には直径 5mm のねじ穴を開け、そこから液体を注入できる構造にした。円筒の全質量は 142g、円筒内部の空洞部分の体積は 167cm<sup>3</sup>である。このような円筒容器を複数個作成した。注入する液体は、水、オリーブオイル、ハチミツの3種類で、あらかじめ密度を測定しておく。注入する液体の体積が円筒内部の空洞部分の体積の半分になるように、穴から液体を注入し、注入後にボルトで穴をふさぐ。円筒の中心の位置に目立つ印をつけてマーカーとする。鉄製アングルの台座の上にコの字断面（幅 50 mm）のアルミチャンネルを差し渡して斜面とする。斜面の角度は、任意に変化させることができる。液体入り円筒を、自由表面が水平となる向きに斜面上にセットしてから手を離し、斜面上を回転落下させる。この運動をビデオカメラで撮影し、自由表面の形状、円筒重心の位置の変化などを画像から求める。

#### 3. 実験結果

斜面角（水平面に対する斜面の角度） $\theta = \text{約 } 5.0^\circ$ とした場合の、液体入りの円筒の速度-時間グラフおよび測定中のある時刻の液体分布の例を図 1～図 2 に示す。

図 1 左図は内部の液体が水の場合の液体の分布を示す。表面の形状は直線に近く、表面角は約  $2^\circ$  である。このことから、水の運動はほぼ並進運動であると推定でき、初等的な力学モデルを用いて、円筒重心の運動は加速度  $54\text{cm/s}^2$  の等加速度運動であると計算できる。この結果は、図 1 右図の円筒の速度

—時間グラフにほぼ一致する。

図2は内部の液体がハチミツの場合で、最初は速度が振動しながら全体として非常に遅い速度で変化する。このことは、ハチミツの粘性率が非常に大きいために、円筒がある程度回転した段階でハチミツの重心が後方にずれ、逆周りのトルクを生じることから理解できる。この段階で、ハチミツは円筒上部の壁面にもある程度付着する（左図）。ある程度時間が経って、上部に付着したハチミツが次第に上部壁全体に行き渡るようになると（中図）、ハチミツの重心は次第に前方に移動し、ある時刻以降は速度および加速度が急激に増加すると説明できる（右図）。

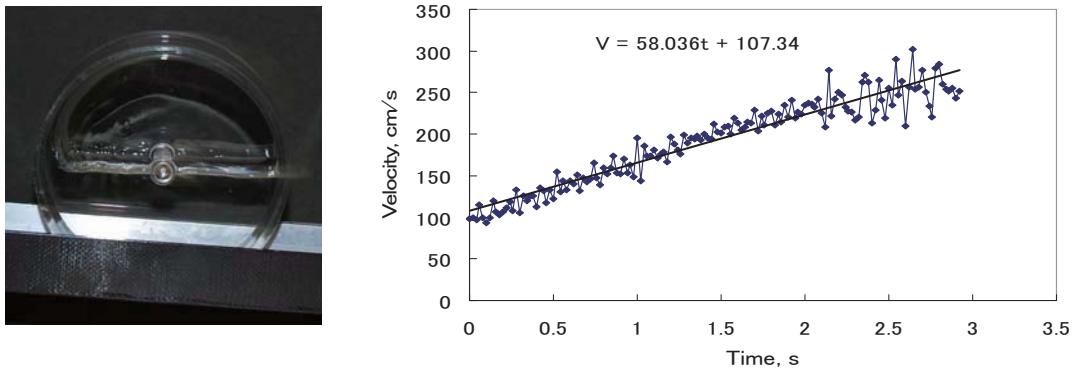


図1. 水入り円筒内の液体分布（左）と速度-時間グラフ（右）

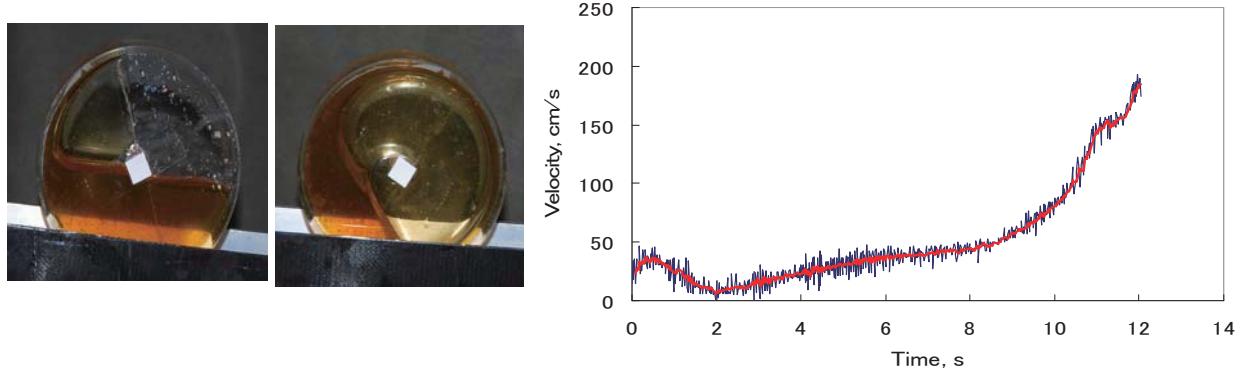


図2. ハチミツ入り円筒内の液体分布（左）と速度-時間グラフ（右）—

#### 4. 今後の予定

3種類の液体の体積を変化させた場合についての円筒重心の運動および液体表面の形状（質量分布）を求める。さらに、温度を変えてハチミツの粘性率を変化させた場合についても実験を行い、データを取得する予定である。また、適当な力学モデルを用いて実験結果の導出を試みる予定である。

#### 参考文献

- [1] 平山修, 遥成軍, 宮澤達也, 内部で粉粒体なだれが起こる円筒の斜面上での回転落下運動, 形の科学会誌, **26**(2011), 1, 1-10.
- [2] K. A. Jackson, J. E. Finck, C. R. Bednarski, and L. R. Clifford, Viscous and nonviscous models of the partially filled rolling can, Am. J. Phys., **64**(1996), 3, 277-282.
- [3] O. Hirayama, Demonstration and Experiments of Rolling Motion of Cylindrical Objects Down a Slope, J. Phys. Sci. and Appl., **2**(2012), 2, 40-45.

## リンゴの皮むきと正多面体の展開図について

海野啓明, 阿部雄大, 千葉春樹, 矢島邦昭

仙台高専広瀬キャンパス, 989-3128 仙台市青葉区愛子中央4丁目16-1

E-mail: kaino@sendai-nct.ac.jp

### Spiral of Apple Peel and Development of Regular Polytope

Keimei KAINO, Yuda ABE, Haruki CHIBA and Kuniaki YAJIMA

Sendai National College of Technology, Ayashi Chuo, Aobaku, Sendai 989-3128

**Abstract:** An apple-peel-like development of regular polyhedron is a S-shaped spiral. When we peel an apple under a condition that a peel is a connected curve with a constant width, a shape of its peel is a S-shaped spiral half of which is called a hyperbolic spiral or the “lituus.” A few apple-peel-like developments of four-dimensional regular polytopes are shown.

**Keywords:** Apple peel, development of regular polytope, spiral

### 1. はじめに

正多面体の展開図は幾通りあるかという問題は一つのパズルである[1]. 正多面体の箱から展開図に開く過程を考えると、簡明な展開図が求められる。この点で「皮むき多面体」は実用的な観点からも興味深い[2]. 以下では、むいた皮は繋がっていて、皮の幅は一定であるという条件をつける。正多面体の皮むき展開図はS字形になる。実際にリンゴの皮を包丁を使い幅が一定になるようにむくとS字形の螺旋形になるが、皮むき展開図とは異なり皮の幅がいくらでも細くできる。この時にどういう螺旋になるかは一つの問題である。さらに4次元のリンゴの皮をむくとどういう曲線になるかも興味深い問題である。

本論では、正多面体の展開図を「皮むき多面体」の展開図と比較して示す。次のリンゴの皮むきがどういう螺旋になるかを、実際のものとモデルを使って調べる。最後に正5胞体、正8胞体、正16胞体の皮むき展開図を示し、4次元リンゴの皮むき曲線を予想する。

### 2. 正多面体の皮むき展開図とリンゴの皮むきの形

正20面体は、中心を合わせた2枚の正5角形をちょうど半分だけずらして正5角反柱を作り、これに側面が正3角形からなる正5角錐の笠を上下から蓋をしたものである[3]。図1の左は文献3に掲載の展開図、左が皮むき展開図で、共に中心のまわりに180°回転しても変わらないが、皮むき展開図はS字形となるのが特徴である。なお「かわむき20面体」は皮むき展開図にのりしろをうまくつけて、糊をつけずに組立てられる[2]。

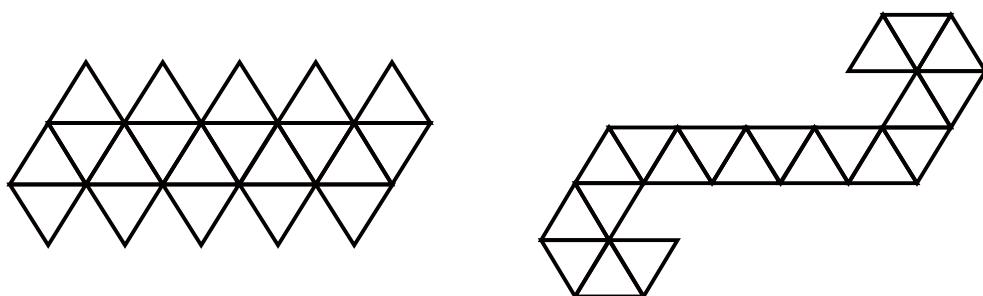


図1. 正20面体の2種の展開図。左が従来図[3]、右が皮むき展開図。

リンゴの皮をナイフで皮幅一定になるようにむき、机の上に平らに広げると図2に示すS字形の螺旋が得られる。図のように左右の目を通る線分を引き、一方の目を原点とし、原点から皮までの長さと角度を測ると双曲螺旋のような形になる。実際にはリンゴはいびつな球で、皮も柔らかいので平らに広げても形がうまく定まらない。そこで球を考え、その回転軸から緯度を等分割し、隣合う緯線を皮として展開するモデルを考える。この時得られる螺旋の片方を調べると、分割によらず一定の形 Lituus と呼ばれる螺旋に近づく。なお、S字形の螺旋としては Klothoid (Cornu) 螺旋が知られている。

図1の皮むき展開図は図2のリンゴの皮むき曲線の近似と見なせるが、多面体の面の数が少ないので皮むき曲線をよく表現していない。

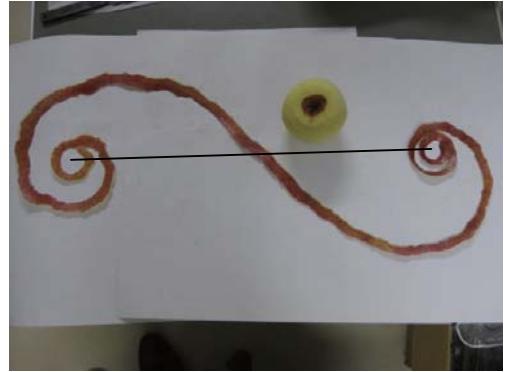


図2. リンゴの皮むき曲線

### 3. 4次元正多胞体の皮むき展開図と4次元のリンゴの皮むき

4次元正多胞体は6種類（5胞体、8胞体、16胞体、24胞体、120胞体、600胞体）あり[4]、正多胞体の頂点の座標は正多面体と同様に超上方向に層状に並ぶ[5]。また正多胞体は4次元超球に接するので、前節と同様に皮むき展開図が考えられる。図3に正5胞体、正8胞体（超立方体）と正16胞体の皮むき展開図を示す。正16胞体の皮むき展開図は3次元の螺旋形となり、点対称性を持つ図形となる。

他の4次元正多胞体（24胞体、120胞体、600胞体）の皮むき展開図はどのような形になるかは興味深い。特に正600胞体は、600個の正4面体が各頂点のまわりに20個集まり各稜のまわりに5個集まってできるが、その皮むき展開図は4次元リンゴの皮むき曲線の良い近似となるようと思われる。

### 文献

- [1] 安野光雅(1985) 算私語録, 朝日新聞社, 78-79.
- [2] 阿竹研究所(2008) 皮むき多面体, <http://blog.atakebones.com/?eid=524237>.
- [3] 一松信(1983) 正多面体を解く, 東海大学出版会, 14-18.
- [4] 一松信(2003) 初等幾何入門, 岩波書店, 117-124.
- [5] 宮崎興二, 小高直樹(2000) 図形科学, 朝倉書店, 130-133.

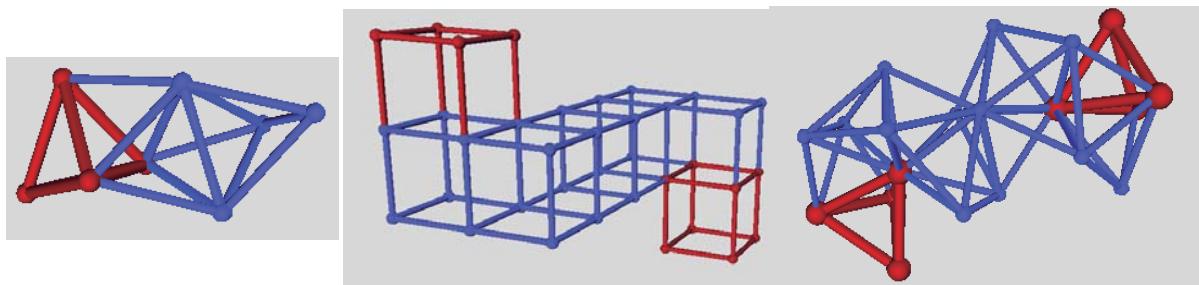


図3. 正多胞体の皮むき展開図。左から正5胞体、正8胞体、正16胞体の場合。両端の赤の多面体は上と下の底に対応することを示す。

## 周期倍分岐同周期分岐再考

山口喜博 (帝京平成大学:290-0193 千葉県市原市うるいど南 4-1)

### Reconsideration of Period-doubling and Equip-period Bifurcations

Y.Yamaguchi (Teikyo Heisei Univ.:Uruido-Minami, Ichihara, Chiba 290-0193, Japan)

**Abstract:** New period-doubling and equi-period bifurcations of the reversible Smale horseshoe (RSH) are studied. Ordinary period-doubling bifurcation means that the eigenvalue of mother elliptic periodic orbit ( $u$ ) is  $-1$ ,  $u$  becomes a saddle with reflection, and an elliptic daughter periodic orbit ( $v$ ) appears, where the period of  $v$  is twice that of  $u$ . New period-doubling bifurcation named the reverse period-doubling bifurcation means that the eigenvalue of mother saddle periodic orbit with reflection ( $u$ ) is  $-1$ ,  $u$  becomes an elliptic point, and a daughter periodic orbit ( $v'$ ) appears, where the period of  $v'$  is twice that of  $u$ . The daughter periodic orbit is a saddle with reflection. We prove that both the daughters  $v$  and  $v'$  exist in RSH. Similarly, the ordinary equi-period and the reverse equi-period bifurcations in RSH are also discussed.

**Keywords:** Reversible Smale horseshoe, period-doubling bifurcation, equi-period bifurcation.

対称性を有する面積保存でかつ方向保存 2 次元写像  $T$  における周期倍分岐と同周期分岐を考え直した結果、新しい周期倍分岐と新しい同周期分岐を見つけたので報告する。

写像  $T$  の性質として、あるパラメーター領域でスマールの馬蹄が存在することを仮定する。このスマールの馬蹄は、一般のスマールの馬蹄の性質に加えて対称性を有する。そのため可逆スマールの馬蹄 (Reversible Smale horseshoe: RSH) と呼ばれる。このような写像  $T$  の例としては面積保存方向保存エノン写像がある。

周期倍分岐に関しては多くのテキストに紹介されている [1]。本報告ではポアンカレ指数 [2] を使用して周期倍分岐の特徴をまとめた。同周期分岐については省略する。母周期軌道の周期を  $q$  とすると、周期倍分岐で生じる娘周期軌道の周期は  $2q$  である。

通常の周期倍分岐 (Ordinary period-doubling bifurcation: O-pd) についてまとめる。母周期軌道は楕円型である。固有値は  $\lambda = \lambda_r \pm i\lambda_i$  ( $|\lambda| = 1$ ) である。周期倍分岐は  $\lambda_r = -1$  で生じる。母周期軌道は反転を伴うサドル型になり、楕円型娘周期軌道が生じる。作用  $T^{2q}$  のもとで、ポアンカレ指数は O-pd の前後で下記のように保存される。

$$(+) = (-1) + 2 \times (+1). \quad (1)$$

式 (1) の左辺は O-pd の前を意味し、右辺は O-pd の後を意味する。母周期軌道は  $T^{2q}$  のもとで楕円型である。指数  $(+1)$  はこの事実を意味している。O-pd の後、母周期軌道は反転を伴うサドル型となる。つまり  $T^q$  のもとでは反転を伴うサドル型である。しかし、 $T^{2q}$  のもとではサドル型である。右辺の  $(-1)$  は、この事実を表現している。周期が  $2q$  の娘周期軌道が生じる。 $T^{2q}$  のもとでは 2 つの娘周期軌道が生じたことになる。それぞれの指数は  $(+1)$  で  $2 \times (+1)$  が得られる。

O-pd で生じた娘周期軌道を母周期軌道が再度吸収することもある。この場合は、式 (1) の右辺を分岐前と、左辺を分岐後と読み替えれば良い。このような逆の分岐が生じると娘周期軌道は RSH の中には存在しない。

本報告では新しい可逆周期倍分岐(Reversible period-doubling bifurcation: R-pd)を導入する。可逆周期倍分岐は $\lambda_r = -1$ で生じる。R-pdで反転を伴うサドル型母周期軌道は橜円型となり、反転を伴うサドル型娘周期軌道が生じる。反転を伴うサドル型娘周期軌道の周期は母周期軌道の2倍である。作用 $T^{2q}$ のもとで、ポアンカレ指数はO-pdの前後で下記のように保存される。

$$(-1) = (+1) + 2 \times (-1). \quad (2)$$

反転を伴うサドル型母周期軌道は $T^{2q}$ の作用のもとではサドル型である。式(2)の左辺の指数 $(-1)$ はこの事実を表している。R-pdの後、 $T^{2q}$ の作用のもとでも母周期軌道は橜円型である。式(2)の右辺の指数 $(+1)$ はこの事実を表している。またR-pdの後、周期 $2q$ の反転を伴うサドル型娘周期軌道が生じる。娘周期軌道は $T^q$ の作用のもとでは、反転を伴うサドル型である。しかし、 $T^{2q}$ の作用のもとでは2つのサドル型娘周期軌道が生じることになる。それぞれの指数は $(-1)$ であり、 $2 \times (-1)$ が得られる。

R-pdで生じた娘周期軌道を母周期軌道が再度吸収することもある。この場合は、式(2)の右辺を分岐前と、左辺を分岐後と読み替えれば良い。このような逆の分岐が生じると娘周期軌道はRSHの中には存在しない。

筆者の調べた範囲で、R-pdで生じた娘周期軌道の存在を証明した論文はみあたらない。

RSHが完成する前に生じた周期軌道が途中で消滅せずにRSHで存在するならば、周期軌道は記号0,1で符号化したコードで記述される。逆にコードで記述される周期軌道はRSHが完成する前に何かしらの分岐を経て生じる。コードを利用すると周期軌道の存在は自明となる。よって、次にこの周期軌道の生じ方を調べればよい。

以上の記号力学の考え方を利用して下記の性質を証明した。

- [1] コード0001001と0001111で表現される周期軌道がサドルノード分岐で生じる。橜円型周期軌道0001111が周期倍分岐の母周期軌道となる。
- [2] 橜円型母周期軌道0001111がO-pdを起こし、反転を伴うサドル型となる。O-pdで、橜円型娘周期軌道00010010001111が生じる。
- [3] 反転を伴うサドルとなった母周期軌道0001111がR-pdを起こし、再度橜円型となる。R-pdで、反転を伴うサドル型娘周期軌道00011010001011が生じる。
- [4] 橜円型となった母周期軌道0001111が通常の同周期分岐(O-eq)を起こし、2つの橜円型娘周期軌道0001101と0001011が生じる。最終的に母周期軌道0001111はサドル型となる。

可逆同周期分岐(R-eq)と名付けた新しい同周期分岐に関しては下記の性質を証明した。

- [1] コード0001001001と0001101011で表現される周期軌道がサドルノード分岐で生じる。サドル型周期軌道0001001001が同周期分岐の母周期軌道となる。
- [2] サドル型母周期軌道0001001001がR-eqを起こし橜円型となる。R-epで、2つのサドル型娘周期軌道0001001011と0001101001が生じる。

- [1] D. Ruelle, *Elements of Differential Dynamical and Bifurcation Theory* (Academic Press, 1989). p.58.
- [2] J. Guckenheimer and P. Holmes, *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields* (Springer, 1983). p.51.

記:2012.04.13

## 機械式セルオートマトンの局所解析

大日方圭<sup>1</sup>, 竹田康彦<sup>1</sup>, 加藤直彦<sup>1</sup>, 元廣友美<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>株式会社 豊田中央研究所 〒480-1192 愛知県長久手市横道 41 番地の 1

<sup>2</sup>豊田工業大学 〒465-8511 愛知県名古屋市天白区久方 2-12-1

e-mail:obinata@mosk.tytlabs.co.jp

## Local analysis of a mechanical cellular automaton

Kei Obinata, Yasuhiko Takeda, Naohiko Kato and Tomoyoshi Motohiro

<sup>1</sup>TOYOTA CENTRAL R&D LABS., INC. ,41-1, Yokomichi, Nagakute, Aichi 480-1192, Japan

<sup>2</sup>TOYOTA Technological institute, 2-12-1, Hisakata, Tempaku, Nagoya 468-1192, Japan

### Abstract:

Cellular automata are discretized mathematical models represented only by simple interactions between the elements. We have proposed a concept of a mechanical cellular automaton consisting rotary wings as the elements, in the last symposium. According to this concept, we have constructed a prototype and analyzed the relationship between the rotating states of the wings. Our experimental results indicate this prototype works as a cellular automaton. This prototype exhibits the characteristics of cellular automata.

**Keywords:** Cellular automata, Rotary wing, Mechanical motion, Self-organization

### 1. はじめに

セルオートマトンは構成要素（セル）間の単純な相互作用で記述される離散的な数学モデルであり、様々な現象のシミュレーションをできることが知られている<sup>1)</sup>。通常、この相互作用は隣接セル同士など短距離の相互作用である。

一方で、セルオートマトンそれ自体も組織集団によって初めて自律的な挙動を示すという点で研究対象となっており<sup>2-5)</sup>、条件によっては自己複製や自己修復現象を示すことが知られている。

前回の発表<sup>6)</sup>でマクロなサイズのセル間の機械的相互作用により動作するセルオートマトンのコンセプトを述べた。今回は実際に試作を行ったのでそれについて発表を行う。

### 2. 今回試作した機械式セルオートマトン

六角格子状セル群とセル壁を貫通する回転軸に取り付けられた 2 枚の直交する回転翼により、気流通過時の開閉挙動がセル間で連成するシステムを試作した。図 1(a)に全体像、図 1(b)に 1 つの回転翼を示す。駆動には簡易的な風洞を用いた。

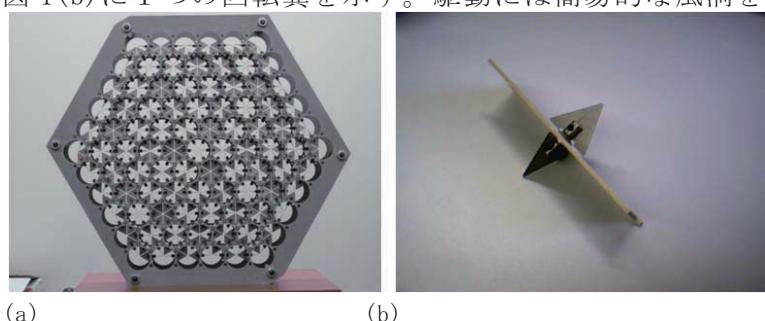
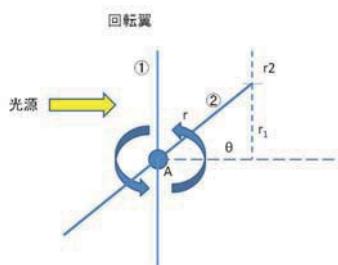


図 1 (a) 試作した機械式ルオートマトンの全体像、(b) 機械式セルオートマトンを構成する回転翼

### 3. 画像を用いた解析方法

図2のように光源を設置し、反対側から動画を撮影した。点Aを中心に回転する回転翼(位相 $\theta$ )を考えた場合、遮蔽率 $=r_1/(r_1+r_2)$ が $\sin\theta$ に相当するため、画像の明るさから $\theta$ を求めることができる。尚、この図は2次元的に示



しているが、実際には回転翼は図1(b)に示されるような三角形状である。

透過光強度がちょうどゼロとなるのは $\theta=\pi/2$ のときであり、一方、 $\theta=0$ のときは遮蔽率がゼロとなるため明るさは最大となる。

図2 画像解析方法

### 4. 局所的相互作用の解析

試作した機械式セルオートマトンを全体動作させてみたところ、一見定常状態に見えている状態でも、徐々に状態が移り変わっていることが分かった。例えば、1つの回転翼が回転状態から停止状態になった後再び回転を始めることがあった(図3)。この図は、ある回転翼の角度の時間変化を示したものであるが、 $\theta=0$ または $\theta=\pi/2$ に近い状態で回転が止まり(図中①)、しばらくすると回転が再開した(図中②)。この動作は複雑であるが、決定論的であるかランダムであるかの判断がつかなかった。

そのため、まず局所的な解析を行い、個々の回転翼の相互作用を確認した。その結果、個々の回転翼の動作は両隣の回転翼の位相によって決まることが分かった。一例を図4に示す。これにより我々の試作機の動作がセルオートマトン的な隣接相互作用によって決まる事を示した。回転翼の位置関係により相互作用が変化することも確認した。これらの結果より、この試作機は少なくとも局所的にはセルオートマトンの特徴を備えた決定論的動作をしていることが示された。今後は、全体解析を進め、特徴的なパターンなどが生み出されるかどうか検討する。

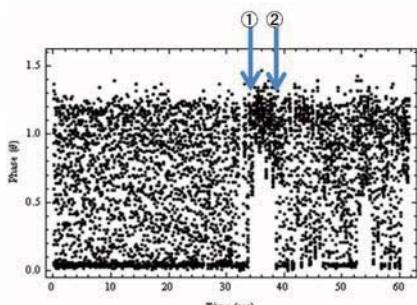


図3 ある回転翼の動作の時間変化

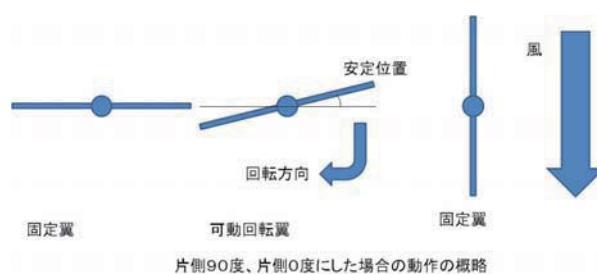


図4 隣接回転翼から受ける作用の例

- 1) 加藤恭義, 光成友孝, 筑山洋, "セルオートマトン法", 森北出版(1998)
- 2) Stephen Wolfram, "A New Kind of Science", Wolfram Media Inc (2002)
- 3) 小田切健太, "階層的構造をもつ自己増殖系におけるパターン形成とダイナミクス", 第61回 形の科学シンポジウム (2006)
- 4) 今井友紀, 工藤清, "三竦み競合系が作る時空パターン", 形の科学会誌、第20巻 第一号(2005)
- 5) ウィリアム・パウンドストーン, "ライフゲームの宇宙", 日本評論社(1990)
- 6) 大日方圭, 竹田康彦, 加藤直彦, 元廣友美, "機械式セルオートマトンの構想検討", 第72回 形の科学シンポジウム (2011)

## 一般 X 線画像における固定雑音除去法の考案

杉浦明弘<sup>1</sup>, 横山清子<sup>2</sup>, 高田宗樹<sup>3</sup>, 井堀亜希子<sup>1</sup>, 安田成臣<sup>1</sup>

<sup>1</sup>岐阜医療科学大学保健科学部, 〒501-3892 岐阜県関市市平賀字長峰 795-1

<sup>2</sup>名古屋市立大学大学院芸術工学研究科, 〒464-0083 愛知県名古屋市千種区北千種 2-1-10

<sup>3</sup>福井大学大学院工学研究科, 〒910-0807 福井県福井市文京 3-9-1

e-mail asugiura@u-gifu-ms.ac.jp

### Development of Stationary Noise Reduction Method in General Radiographic X-ray Images

Akihiro SUGIURA<sup>1</sup>, Kiyoko YOKOYAMA<sup>2</sup>, Hiroki TAKADA<sup>3</sup>,

Akiko IHORI<sup>1</sup> and Naruomi YASUDA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gifu University of Medical Science, 795-1 Ichihiraga Nagamine, Seki, Gifu 501-3892

<sup>2</sup>Nagoya City University, 2-1-10 Kitachikusa, Chikusa-ku, Nagoya 464-0083

<sup>3</sup> University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui, Fukui 910-8507

**Abstract:** This study aims to develop a reduction method for an image noise attributed to X-ray imaging system. A proposal method in this study only targets at the stationary noise which is able to be evaluated as a noise component clearly. We verified usefulness of the proposal method by using a simulation image. By results of verification, we were able to confirm the usefulness of that.

**Keywords:** stationary noise, X-ray image, subtraction, image copy, averaging

#### 1. はじめに

一般 X 線画像は診療放射線画像の中で適用部位が広く、最も簡便な検査から得られる画像であるため、診療放射線画像の中で最も基本的な画像として位置付けられている。しかし、一般 X 線画像には、被写体および撮影装置に起因する多用な画像雑音が常に含まれ<sup>1)</sup>、特にウインドウ処理によって画像の観察幅を狭く設定し、コントラストを向上させているような画像を観察する場合には、画像雑音が観察精度(読影精度)に影響を及ぼす。そこで、雑音を低減させる措置が必要となる。一方、診療放射線画像に対する画像処理では、画像に含まれる診断材料に影響を及ぼさない形での処理が望まれる。そこで本研究では、X 線画像に疊重する画像雑音のうち X 線撮影系と X 線画像生成系(以下:両者を合わせて X 線画像システムとする)に起因する画像雑音の除去法を提案する。

#### 2. 一般X線画像における固定雑音の特徴と除去法の概要

X線画像システムに起因する画像雑音は被写体を設置せずに撮影した図 1(a)に示すような画像から確認できる。この画像を特定の遮断周波数処理することで図 1(b)および図 1(c)のような雑音画像を取得できる。高周波および低周波画像雑音中には、それぞれ再現的雑音と非再現的雑音が混在しているが、低周波雑音の場合は再現的雑音が支配的である。一方、高周波雑音では、非再現的雑音が支配的であるという特徴を有する。

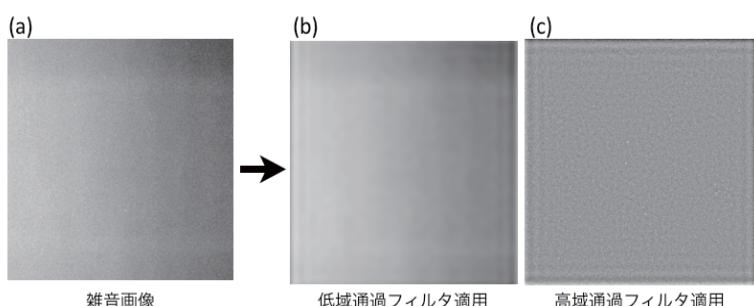


図 1. X 線画像システムに起因する画像雑音  
(a)原画像, (b)低周波成分, (c)高周波成分

本研究で提案する雑音除去法は、これらの画像雑音のうち明確に画像雑音と判断できる再現的雑音に対する除去法である。図 2 にその手順を示す。

対象とする再現的雑音の除去については、予めシステム雑音を反映した画像の成分分離を行い、各成分について被写体画像から減算処理を用いて除去していく。しかし、同じ再現的雑音でも低周波に含まれる成分と高周波に含まれる成分では、雑音を取り巻く環境が異なるため低周波成分と高周波成分で同じ手法の適用が困難である。そこで高周波再現的雑音の除去には、画像複製と加算平均処理も合わせて実施することで、的確に高周波再現的雑音の除去が達成できる。

### 3. 雜音除去法の検証

提案手法の評価については、以下に示す2つの検証を行った。

検証1) 低周波再現的雑音が除去できているか。 検証2) 高周波再現的雑音が除去できているか。

これらの検証を行うために、高吸収性樹脂の中心部分を厚み約 3mm、直径約 25mm にスライスし、イメージングプレートの上下左右および中央の5カ所に配置し、撮影した画像を用いた。この画像に対して、提案する雑音除去法を適用し視覚評価を行った。

視覚評価の結果を図 3～4 に示す。はじめに、図 3(a)の原画像に含まれている濃度勾配および濃度のうねりが低周波再現的雑音である。両者の画像を比較すると、除去法適用後の図 3(b)では消失し、低周波再現的雑音が消失していることが確認できる。

次に、高周波再現的雑音については、図 3(a)の原画像に離散的に含まれている微小な白抜け領域を対象としている。両者の画像を比較すると、原画像に含まれている白抜けしている領域が、処理後の画像では消失していることが確認できる。図 4(a),(b)にはその画像の一部を拡大したものを示す。図 4(a)の原画像の丸で囲まれた領域の中に、高周波再現的雑音が含まれる。図 4(b)の適用後の画像を確認すると、原画像で白抜けしていた領域は、全て消失していることが拡大図から明確に判断できる。また高吸収性樹脂内に発生した高周波再現的雑音についても的確に除去できていることを確認した。

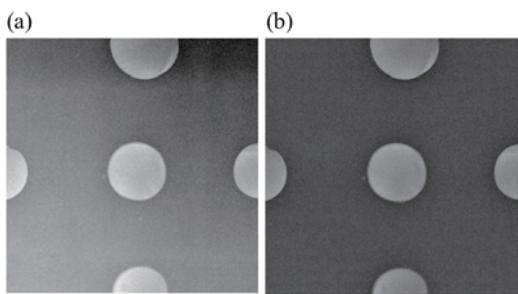


図 3. 検証画像の様子

(a)原画像, (b)適用後画像

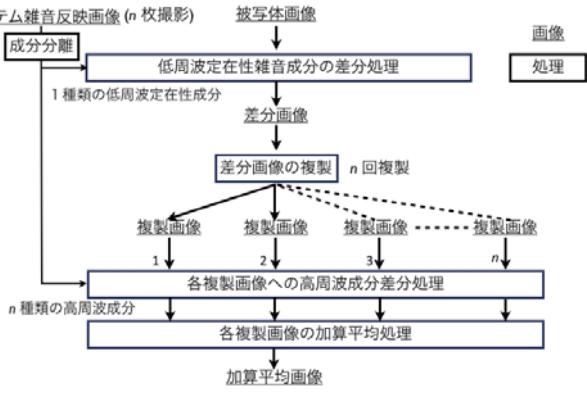


図 2. 提案手法の概要図

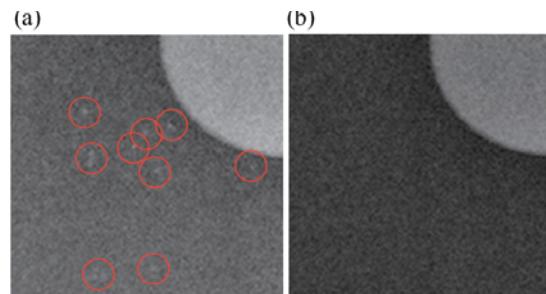


図 4. 検証画像の拡大図の様子

(a)原画像, (b)適用後画像

### 4.まとめ

本研究で示した一般 X 線画像における固定雑音除去法は有用な手法である。

### 参考文献

- 桂川茂彦, 藤田広志, 杜下淳次, 白石順二, 祐延良治:医用画像情報学, 南山堂, 2008

# 巻貝殻形態における陸上環境への適応と不連続分布

岡嶺亮子

明治大学研究知財戦略機構, 川崎市多摩区東三田 1-1-1

ryokookajima6@gmail.com

## Adaptation to the terrestrial environment and the discontinuous distribution : shell shapes of gastropods

Ryoko OKAJIMA

Organization for the Strategic Coordination of Research and Intellectual Property,  
Meiji University, 1-1-1 Higashimita, Tamaku, Kawasaki

**Abstract:** How do terrestrial organisms adapt to gravitational environment? Our study addresses this issue by focusing on shell shapes of terrestrial gastropods. We estimated the geometric constraint and the well-balanced shapes by a geometric model and a physical model, respectively. By comparing with empirical shapes of gastropods shells, it was shown that how gastropods improve shell shapes to well-balanced ones from geometrically constrained shapes.

**Keywords:** adaptation, geometric constraint, balance, gravity, land snails

**背景** 生物が陸上に進出して以降、我々の身体は運び支えなければならない重荷ともなった。身体の形態をバランスのよいものにすることは、陸上環境への適応として非常に有効であろう。巻貝は長い歴史と多様性をもち、荷物としての殻と、運ぶ身体としての軟体部を別に扱えることから、この問題を研究するのに適している。更に、海、淡水、陸生と広い生息域をもつため、水生種と陸生種間の比較を行うことができる。

蝸牛の殻の縦横比（殻高／殻幅）は広い地域、分類群において、横長と縦長に二極化する[1]（図1）。横長な種は水平な面を、縦長の種は垂直面を這う傾向があるため、「横長の種は水平面上での、縦長の種は垂直面での移動コストを減らすよう、バランスのよい形状に適応した」と考えられてきた。しかし殻のバランスは定量的されておらず、この仮説は物理的に検証されていなかった。また生物は一般に適応だけではなく制約によっても、その形質を制限されている。巻貝の殻にも幾何学的制約があることが知られているが、制約が蝸牛・殻形態にもたらす影響は研究されてこなかった。そこで、制約と環境への適応が蝸牛の殻形態に与える影響を推定し、生物分布との関係を研究した。

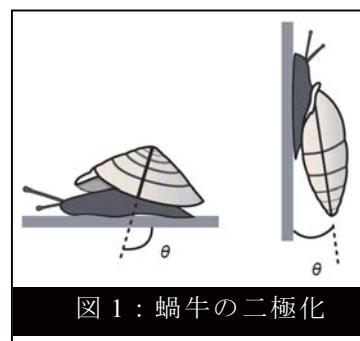


図1：蝸牛の二極化

**方法** 裸形態の三つの形質、①縦横比、②膨らみ（円柱状から円錐状まで）、③傾き（図1の $\theta$ ；殻の巻き軸と、殻口の角度）に着目し、次のように幾何学的制約、バランスに適した形態、実際の蝸牛がとっている形態（実測値）を求めた。そして理論値と実測値の比較を行い、実際の殻形態に制約と適応が及ぼす影響を調べた。

- I. 幾何学的制約：Okamoto モデル[2]によって理論的に巻貝形状を描き、一定のルールで成長した場合にそれぞれの縦横比をもつ貝がとりやすい膨らみと傾きを求めた。
- II. バランスへの最適値：円錐台に近似した各形状の殻について、水平面と垂直面上を移動する際のバランスをモーメントによって理論的に算出した。最もバランスのよい形態を推定した。
- III. 実際の殻形態：生貝標本、図鑑資料や博物館標本を用いて計測を行い、データを解析した。

**結果** 幾何学的制約とバランスに適応的な形質とは逆の傾向をもつことが明らかとなった。すなわち、一定の成長ルールで形成された基本的な巻貝形態は、バランスが悪い形態をとりやすいのである。では、実際の貝は制約によって、バランスの悪い形態をとっているのだろうか。それとも、何らかの補正によって、バランスに適した形態を実現しているのだろうか。この問題を明らかにするため、実測値との比較を行い、次のことが明らかとなった。

- ①縦横比：実際の二極分布の谷は1.2となり、理論的な予測（バランスに最不適）1.4と非常に近い。また、重力の影響をより強く受ける大きな殻ほど理論値に近づくことが示された [3]。
- ②膨らみ：重力の影響が弱い水生巻貝は幾何学的制約（縦長ほど円錐状）と一致する。一方、陸生の蝸牛はバランスに適した（縦長ほど円柱状）傾向がある[4]。
- ③傾き：横長の貝ほど傾きが大きく、縦長ほど傾きが小さい。これは幾何学制約とは逆の傾向であり、バランスへの適応を示唆している。このバランスの改良は殻形成の最後に殻口を捩る、行動中に殻を傾けるという補正によって達成されている。

**考察** 以上の結果から、蝸牛の殻形態が、陸上の重力下に適応した結果、二極化したことが物理的に示された。また、制約された形質から適応的な形質へと近づけるような補正を、定量的に検出することに成功した。蝸牛では、横長な種と縦長の種が独立に幾度も進化してきたことから、本研究の結果は、生物が、不連続分布の一つの頂から別の頂へ、機能的に不利な谷を越えて幾度も進化してきたという事例を示すものである。

## 参考文献

- [1] Cain and Cowie, 1978. *J. Conch.* **29**: 267-272.
- [2] Okamoto, 1988. *Palaeontology*. **31**:35-52.
- [3] Okajima and Chiba, 2009. *Evolution*. **63**: 2877-2887.
- [4] Okajima and Chiba, 2011. *Ame. Natu.* **178**: 801-809.

## 試料の3次元形状計測ツールとしてのX線CT装置

中島 善人

産業技術総合研究所、茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

nakashima.yoshito@aist.go.jp

## X-ray CT as a tool to measure the 3D shape of samples

NAKASHIMA, Yoshito

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

**Abstract:** X-ray CT apparatus is a useful tool to obtain 3D digital geometrical data of samples that are often essential for the science on form. This is a brief introduction of X-ray CT for beginners.

**Keywords:** Non-destructive measurement, X-ray computed tomography, Three-dimensional structure, Image analysis

### 1. はじめに

X 線 Computed Tomography (CT)とは、試料に X 線をあらゆる方向から照射して、光線の道筋ごとの X 線吸収率を生データとして獲得し、逆問題を解くことで試料内部の X 線吸収係数の 3 次元空間分布を再構成する手法である。形の科学において、試料の 3 次元形状をデジタル化する作業は研究の第 1 ステップとして重要である。近年急速に発達している X 線 CT は、その非破壊性・高分解能性ゆえにこのデジタル化作業に使えるツールとして有望である(たとえば松岡ほか, 2010)。そこで、本講演では、そのような作業目的のユーザーのための初步的な X 線 CT の解説を行う。

### 2. X 線 CT 装置の選定と試料の準備

X 線 CT 装置は、試料サイズに応じて、ハードウェアの特化が進んでいる。それらを分類すると、5 機種(高エネルギー CT, 医療用 CT, マイクロフォーカス CT, ナノフォーカス CT、シンクロトロン CT)になる。CT ユーザーがまず決断しなければいけない重要な点は、撮影希望の試料のサイズを決め、それにふさわしい CT 装置を選択することである(中島・中野, 2012)。上記 5 種のうち、高エネルギー CT, マイクロフォーカス CT, ナノフォーカス CT は、全国の公設試験場でリーズナブルな価格で時間貸しがされているので、初心者はまずはそれでトライするのがよからう。

CT は、「非破壊イメージング」をセールスポイントにしているので、原則として撮影対象の試料の形状・状態に制約はない。しかし、偽像ができるだけ抑制するためには、試料から金属片(強い X 線吸収体)を取り外したり試料形状を円柱形に整形したりすることがのぞましい。

### 3. 撮影例

地質学的な応用例として、東京都新島産の高度に発泡した流紋岩質溶岩を直径7.5mm長さ8.1mmの円柱形に整形し、図1のナノフォーカスCT装置で撮影した。撮影所要時間は3時間程度であった。円柱試料の内部の一部の領域のみをズームCTした結果を図2に示す。図2のような空隙スケール画像が得られれば、地下水に溶けた汚染物質の空隙を通しての拡散移動などの計算機シミュレーションが可能になる(Nakashima and Nakano, 2012)。

最近の技術革新のおかげで、CTは以前よりはるかに高性能・簡単操作になってきている。都道府県立の公設試験場のなかには、時間貸しだけでなくCTの依頼分析を受けつけているところもある。3次元画像処理ソフトもネットでダウンロードできる(たとえばslice。<http://www-bl20.spring8.or.jp/slice/>)。それゆえ、1m超とか1mm以下とかの極端にサイズが大きいあるいは小さい試料を除けば、大抵の試料について、CTの初心者でも容易にその3次元形状のデジタル画像データ入手して画像解析できるであろう。

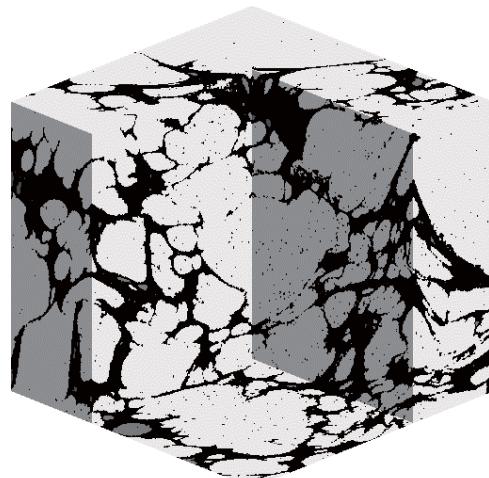


図1（左）：東京都立産業技術研究センターにあるナノフォーカスCT。

図2（右）：多孔質溶岩試料のCT画像。固体部分は黒、空隙部分は白。画像サイズは、 $600^3$ 画素 =  $2.3^3 \text{ mm}^3$ 。

松岡篤・吉野隆・栗原敏之・石田直人・木元克典・岸本直子・松浦執 (2010): 中生代放散中 *Pantanellium* の形態形質とその分類学的評価. 形の科学会誌, 25, 160-161.

中島善人・中野司 (2012): X線CTによる地質試料の分析:これから始める人のために. GSJ地質ニュース(印刷中)<http://www.gsj.jp/publications/gcn/index.html>

Nakashima, Y. and Nakano, T. (2012): Steady-state local diffusive fluxes in porous geo-materials obtained by pore-scale simulations. Transport in Porous Media (印刷中). <http://dx.doi.org/10.1007/s11242-012-9976-1>

## 対象画像に応じた画素分散

根岸利一郎, 関口久美子, 裕塚恵輔  
 埼玉工業大学, 埼玉県深谷市普済寺 1690  
 E-mail: negishi@sit.ac.jp

## Pixel dispersion according to object images

Riichirou Negishi, Kumiko Sekiguchi, Keisuke Hakamazuka  
 Saitama Institute of Technology, 1690 Fusaiji, Fukaya-city, Saitama pref. Japan

**Abstract:** In order to physically imitate time recognition of human eyes, the study examined how pixels captured in view were dispersed as time goes by. The pixel dispersion varied depending upon the number of pixels and aspect ratio of the width to the height in the original image. This paper reports analytical results for the dispersion techniques.

**Keywords:** time recognition, pixel dispersion, aspect ratio

## 1. はじめに

画素分散化はなぜ必要だろうか。人の目による視認は視野の周辺部が見えにくくことや連続した静止画 30 コマ／秒を動画として認識することから、有限の時間と空間の範囲で行われていることが知られる。この視認を物理的手段で代行する場合には、視野内に捉えられる画素は時間経過に伴って均一に分散抽出して認識する必要がある。

## 2. 対象画素配置

外界の対象を視認する場合の画像情報の取得には、円や矩形の形だけでなく、矩形の画面アスペクト比(以後アスペクト比またはDAR: Display Aspect Ratio)や情報量に柔軟に対応できなくてはならない。そのため、図1に示したように検討対象とする元画像は、円形画像では等間隔画素配置(a)とフィボナッチャレセンによる非等間隔画素配置の画像(b)を扱い[1]、矩形画像については等間隔画素配置の画像(c)と画面アスペクト比の異なる等間隔画素配置の画像(d)について検討する。



図1 分散化対象の元画像の縮小図

## 3. 分散化の方法とその結果

任意の対象画像を画素毎に抽出再現する手順は下記のMOD関数を利用する方法で行う[2]。

$$R_m = \text{MOD}((R_{m-1} + G_{n-1}), G_n)$$

ここに、 $G_n$ は対象画像の画素数、 $G_{n-1}$ は任意の定数、 $R_m$ は MOD 関数によって得られる余り、 $R_{m-1}$ は最初の計算で求めた  $R_m$ を再帰的に使う。図 2 は図 1 のそれぞれの画像について  $G_{n-1}=95483$  として分散化し、画素全体の 20%を表示した結果である。それぞれの結果は同じ  $G_{n-1}$  であっても分散に著しい違いがあることを示す。表示画素は画像がわかりやすいように  $2 \times 2 = 4$  倍に拡大してある。



図 2 図 1 のそれぞれの元画像に対する画素全体の 20%を分散化抽出して表示した画像

#### 4. 結果の検討

分散の度合いを評価するために、画素数やアスペクト比の異なる円形や矩形画像それぞれについて  $G_{n-1}$  を変えて分散の違いを調べた。調べる方法は分散化して表示した結果の画像それぞれに対してランダムサンプリングを行った（図 3）。図 4 は図 2(d)についての分散化の結果であり、横軸は一定領域の  $G_{n-1}$ （素数）をとり、縦軸はサンプリング領域 ( $10 \times 10$ ) での表示画素数の期待値と実際に表示された画素数平均との差をとった。この差が小さいほど分散が均一であることを意味し、この分散の度合いは画像や画素数と  $G_{n-1}$  によって大きく左右される。解析の詳細は会場にて報告する。

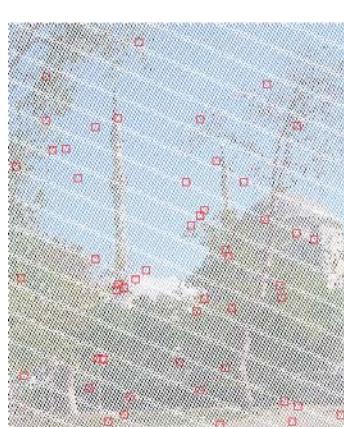


図 3 図 2(d)についてのランダムサンプリングの様子（□内）

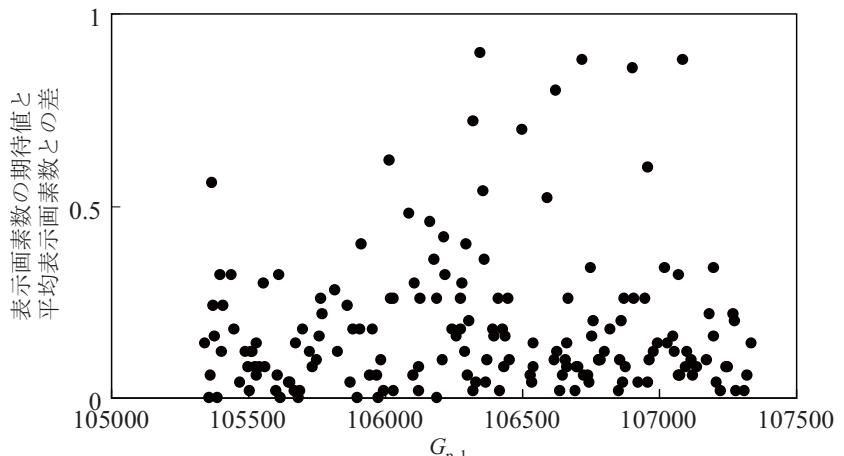


図 4 図 2(d)について  $G_{n-1}$ （素数）の一定範囲での分散化度合いの変化

#### 参考文献

- 1) R. Negishi and K. Sekiguchi: (2007) “Pixel-Filling by using Fibonacci Spiral”, FORMA, **22**, 207-215..
- 2) 根岸利一郎, 関口久美子; (2011) “画素分散化表示による視認性の改善”, 形の科学会誌, **26**, 103-104.

## 楕円と双曲線には主通径しかない・・・

杉本 剛

神奈川大学：〒221-8686 横浜市神奈川区六角橋 3-27-1

sugimt01@kanagawa-u.ac.jp

## The ellipse and the hyperbola have the principle latera-recta only.

Takeshi Sugimoto

Kanagawa University, 3-27-1 Rokkakubashi, Kanagawa Ward, Yokohama 221-8686

**Abstract:** The latus rectum, the scaling parameter of the conic section, has transformed itself in many ways for more than two thousand years. Biot gave it a modern definition in 1802: the parabola has the principal and non-principal latera-recta, whilst the ellipse and the hyperbola have the principal latera-recta only. Until 18 Century, however, all the mathematicians recognised both the principal and non-principal latera-recta in the ellipse and the hyperbola. Considerations are made upon this gap.

**Keywords:** Latus Rectum, Conics, Algebraic Geometry, Synthetic Geometry

### 1. いとぐち

アポロニウスが導入した通径は、円錐曲線のサイズを規定する比例中項であった<sup>(1)</sup>。16-7世紀のミドージュは、通径をパラメータ(parametre)と命名し直したほどである。その一方で、アルキメデスは放物線の主通径をその母体となる円錐の断面形状の中に見出したし、楕円と双曲線については主通径の大きさが長軸と短軸の比率で与えられることは 17 世紀までには知られていた。ニュートンは、証明抜きで、放物線の通径の長さが頂点と焦点との距離の 4 倍であることを指摘している。しかし、ビオ<sup>(2)</sup>が 1802 年に現代数学で用いられている定義を導入して以来、放物線にはあらゆる頂点に対して通径が定義できるけれども、楕円と双曲線については主通径(ただしこれを通径と呼ぶ)しか定義できないこととなった。

### 2. 通径と焦点を貫く弦との関係

#### 2.1 現代的定義と通径

より現代的なコクセター<sup>(3)</sup>によれば、「焦点を貫く弦のうち準線に平行なものを通径」という。図 1 に示す楕円(+)と双曲線(-)を次式で表すとき

$$(x/a)^2 \pm (y/b)^2 = 1$$

上記定義による通径の全長は  $2a^2/b$  に等しい。なお焦点の x 座標  $c$  は  $a^2 \mp b^2$  の平方根である。

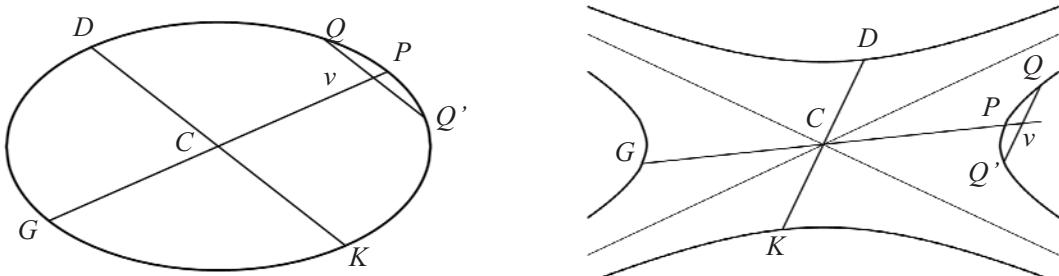


図 1. 楕円(左)と双曲線(右)の共役直径(PCG & DCK)および弦のひとつ(QvQ')

## 2.2 Symptomata と通径

Symptomata とは、図 1 のとおりに規定された円錐曲線が満たす次の関係をいう。

$$Pv \cdot vG : Qv^2 = PC^2 : DC^2$$

これを代数幾何学の助けを借りて書き直せば、次の 2 次曲線の式を得る。

$$Qv^2 = L \cdot Pv \left( 1 \mu Pv^2 / PG \right)$$

ここで、 $L=2DC^2/PC$  はアポロニウス流の通径の長さである。この  $L$  は、共役直径の組が長軸と短軸のばあいには現代的定義に一致するが、斜交座標に関しては異なる値をとる。

## 2.3 焦点を貫かぬ通径

頂点  $P$  の座標を  $(x_p, y_p)$  とするとき、次の関係が成り立つ。

[1] 弦  $QvQ'$  が全長  $L$  のばあい

この弦は  $x$  軸と次の点で交わる。

$$(x_p - y_p) \sqrt{\frac{(x_p/a)^2 \mu (y_p/b)^2}{x_p^2 + y_p^2}}$$

ゆえに、焦点を通らない。

[2] 弦  $QvQ'$  が焦点を貫くばあい

この弦の全長は次のとおりである。

$$2a \sqrt{1 + (b/a)^2 (x_p/y_p)^2} \sqrt{(c/a)^2 (x_p/a)^4 \mu (c/a)^2 (x_p/a)^2 + (y_p/a)^2}$$

ところが、通径の全長  $L$  は次のとおりであるから

$$2 \frac{(bx_p/a)^2 + (ay_p/b)^2}{\sqrt{x_p^2 + y_p^2}}$$

焦点を貫く弦は通径にはならない。

したがって、楕円と双曲線のばあいには、斜交座標の通径に対して焦点を貫くことを要請しても、それは成立しない。

## 3. むすび

アポロニウスは、通径を比例中項として導入した。後世の数学者は、（ほんの 2-3 世紀前から）通径を「焦点を貫く弦」として認知するようになり、ビオの定義導入がそれを決定づけた。しかし、ニュートンがプリンキピアを書く際に依拠した通径の概念は、古典のそれである。原著に当たるには、幾何学史上の位置づけを確認しておく必要がある。

## 文献

- (1) E. Halley: Apollonii Pergaei conicorum libri octo et Sereni Antissensis de sectione cylindri et coni libri duo (Oxford, 1710, pp.xiv + pp.250 + pp.xii + pp.172 + pp.iv + pp.88)
- (2) J.-B. Biot: Traité analytique des courbes et des surfaces du second degré (Crapelet, 1802, pp.xxiv + pp.320 + 5 plates)
- (3) H.S.M. Coxeter: Introduction to Geometry (John Wiley & Sons, Inc., 1989 ed., pp.470)

## 4 D肺モデル Lung4Cer CFDバージョンの紹介

北岡 裕子

460-0002 名古屋市中区丸の内 2-18-25 (株)JSOL エンジニアリング事業部顧問

### 4D finite element model generator (Lung4Cer) of the human lung for computational fluid dynamics (CFD)

Hiroko KITAOKA

Science advisor, Division of Engineering Technology, JSOL Corporation, h-kitaoka@tyo.sci.jsol.co.jp

#### 1. はじめに

筆者は肺の構造と機能を4次元現象としてとらえる研究、名付けて「4D呼吸器学」を行なっている。筆者は4D現象を表現する語として「かたちからくり」(CataChiCalaCli)を提唱している。「かたち」は「かた(型、空間)」と「ち(靈、エネルギー)」からなり、「からくり」は「から(絡、関係)」と「くり(繰、周期的な時間)」からなる。さらに、「ち」と「から」を組み合わせると「ちから」、つまり、「ポテンシャルエネルギーの勾配ベクトル」になる。物理学の基礎概念とその複合概念が明確に表現されているやまとことばを人類共有の知にしたいという願いを込めて、CataChiCalaCliとアルファベット表記することにした。略して4Cである。

4D肺モデル、別名Lung4Cerは、筆者の個人ホームページからマニュアルとともに自由にダウンロードできる(<http://www7b.biglobe.ne.jp/~lung4cer/>)。2011年の形の科学会で紹介したバージョンは、肺の解剖学と生理学、診断学の教材として使用されることを想定しており、学生のノートPCでも操作できるよう、表面形状のファイルだけを出力する仕様にした[1]。本年3月にリリースしたCFDバージョンは、計算流体力学(Computational Fluid Dynamics: CFD)用のファイルを出力するものである。筆者の用いているCFDソフトは商用ソフト(AcuSolve, Altair Engineering, USA)であるが、大学もしくは工専での学術目的であれば、無償で使用することができる。他のCFDソフトを使用する場合は、4D肺モデルの出力ファイルを適宜変換すればよい。本稿で紹介するモデルと気流シミュレーションはすべて、普及型PC(Windows64, 4コア、メモリー8GB)で実行したものである。

#### 2. CFDバージョンの概要

4D肺モデルは、本来、呼吸中の肺内気流を計算するために4D有限要素モデルを出力するように開発したもので、気管から肺胞までの気流路が単連結の流体領域として表現される。呼吸運動による気流路の変位変形を4D有限要素モデルで表現すると、呼吸に伴う気流は、移動境界条件下に非圧縮性Navier-Stokes方程式を解くことで求まる。呼吸運動による肺の変形は、文献的な画像データにもとづいてモデル化されており、肺胞内圧や胸腔内圧など、実測が不可能もしくは困難な境界条件を設定する必要はない。

ユーザの关心と使用可能なPCの性能に応じて、モデルの種類(気道系のみ、気道+支配領域、気管から1個の亜細葉に含まれる肺胞までの気流路、肺胞系のみ)が選択できるようにした。領域内は、支配気管支の内径と同じ長さの立方体の集合で近似され、内部に空間充填分岐流路をもつ。実際の気流路とは異なるが、領域内を中空にすると、不自然な気流が計算上生じる可能性があり、それを防ぐために、仮想の気流路を設定している。

図1-1は、気道樹とその支配領域からなる肺モデル[2]の有限要素モデルの1例、図1-2は気流計算の結果得られた呼気時の圧力分布である。肺は56個の領域(亜区域といふ)に分割されており、安静呼気位(FRC)から2Lの空気を呼吸する様子がモデル化されている。節点数654,866、四面体数1,802,112からなる。

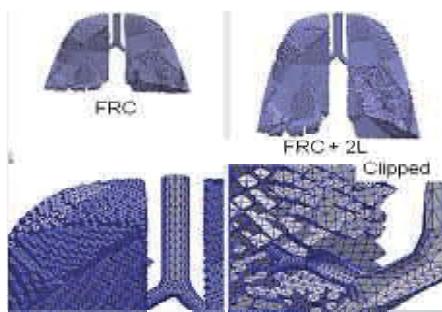


図1-1. 全肺モデルの計算メッシュ

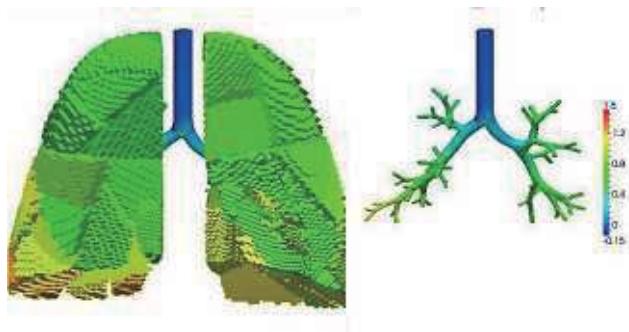


図1-2. 安静呼気時の肺内圧力分布

### 3. 気管から肺胞までの気流計算

成人の肺の横径は約 30 cm、肺胞は約 300 ミクロン、肺胞壁は約 10 ミクロンである。数億個の肺胞をすべてモデルリングするのは現実的ではない。ごく小さな領域に限って肺胞構造を与え[3, 4]、他の領域は近似モデルで代用することによって、全肺の空気の動きと同時に、肺胞内の気流を計算することができる。

図 2 は約 800 個の肺胞とそこに至る気流路を含む全肺モデルの 1 例である。図 2-1 に、安静吸気時の圧力分布が、図 2-2、図 2-3 に流速分布が可視化されている。気管内の 2 m/s の気流と肺胞内の 0.2 mm/s の気流を同時に計算する方法は、呼吸器研究の新たなツールとして、さまざまな用途が期待される。

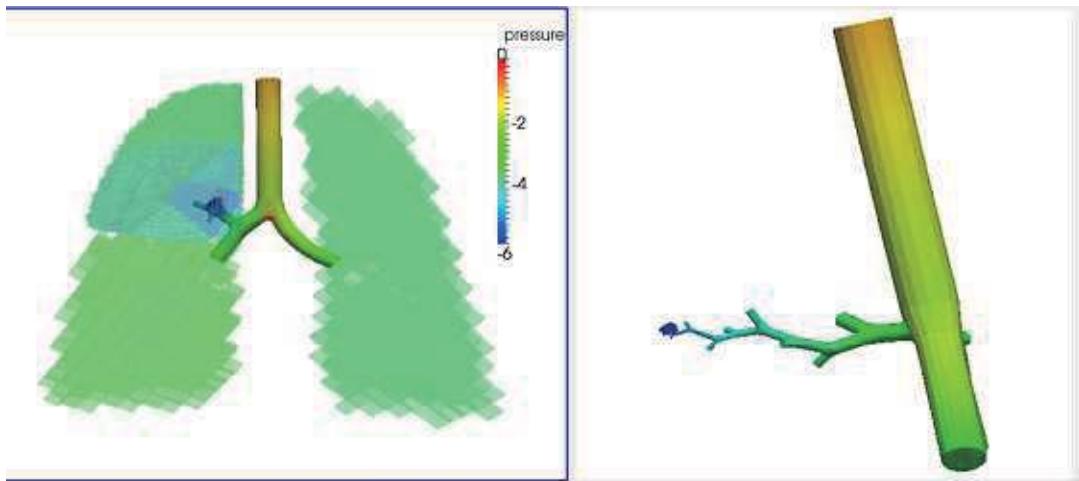


図 2-1. 肺胞を含む全肺モデル。左：肺全体、右：亜細葉までの気流路の側面図。

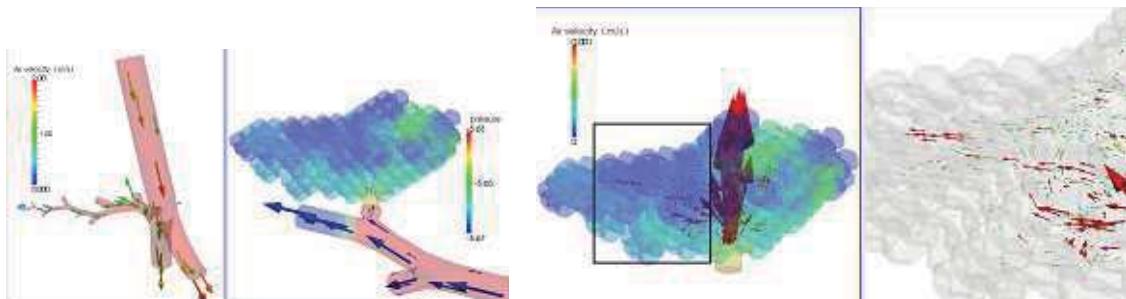


図 2-2. 肺胞までの気流路の流速分布

図 2-3. 亜細葉内の流速分布

### 4. おわりに

CFD というと、膨大な計算コストと高い専門性が要求される難解な技術、というイメージが強いのではないだろうか。しかし、モデルと計算方法を適切に組み合わせることによって、通常の PC でも実行可能である。また、呼吸運動のように非圧縮流体であれば、高校の物理学の知識があれば充分である。気軽に試していただければ、幸甚である。

#### 文献：

- (1) Kitaoka H. A 4D model generator of the human lung. *Forma* 26: 19-24, 2011.
- (2). Kitaoka H, Takaki R, and Suki B. A three-dimensional model of the human airway tree. *J. Appl. Physiol.* 87: 2207-2217, 1999.
- (3). Kitaoka H, Tamura S, and Takaki R. A three-dimensional model of the human pulmonary acinus. *J. Appl. Physiol.* 88: 2260-2268, 2000.
- (4). Kitaoka H, Nieman GF, Fujino Y, Carney D, DiRocco J, Kawase I. A 4-dimensional model of the alveolar structure. *J. Physiol. Sci.* 57: 175-185, 2007.

## フォノグラム解析

小野田智之 京都府京都市左京区岩倉村松町 9-21 tomoyuki-onoda@silk.plala.or.jp

広国 善紀 名城大学大学院理工学研究科数学専攻

## Phonogram Analysis

Tomoyuki ONODA, Yoshinori HIROKUNI

**Abstract:** Stradivarius is well known as the old masterpiece, but its process of manufacture still remains a mystery. It is assumed that the Phonogram analysis may be a key to clarify the process of manufacturing Stradivarius. The Phonogram refers to the figure which appears when plotting the data of the tapping tone. The phonogram plays a significant role in integrating the tapping tone on each part of the sounding board into an identical acoustic spectrum; it may also be referred to as “an acoustic figure”. Therefore, violins are manufactured in its shape for the purpose of equalizing tone. As the phonogram contains a subset of Chladni figure and characteristics of geometry, it is possible to adopt the concept of phonogram into the method of analytical mathematics. In the similar vein, the concept of phonogram may also be applied to meridian as well as other fields of Eastern medicine.

**Keyword:** Phonogram, Chladni figure, Violin making, 東洋医学, Complex Analysis, 音の対称性

### 1. 音と形

物を叩くと音が出ます。その時出る音というのは、ドとかレといった単音ではなく、複数の音が混ざった状態で聞こえます。その複数の音には最もよく聞こえる振動数の音が存在します。そこで、そのような音を一つ代表の音として選び、同じ音のする場所をプロットしていきます。この操作を共鳴板の全ての場所に施すと、図1のような図形が現れます。このような各場所のタッピングトーンの代表音をつなげてできた図形を「音図」という意味でフォノグラムと呼ぶことにします。

フォノグラムは、タッピングトーンさえ取れればどのようなものからでも書き取ることができます。いろいろな幾何学的パターンをとります。しかし、フォノグラム図形には共通した特徴があります。それは対数螺旋のような渦巻き模様です（図2）。この渦巻きを消していくように共鳴板を削っていくと、自然とヴァイオリンの局面が現れます。その時のフォノグラム図形は、直線や円などのパターンに移行します。板切れから共鳴板に変わった時のフォノグラムのパターンの一つが図3です。これはクラドニモードと一致します。従って、削るという操作がフォノグラムの渦を消していく操作に一致するということがわかり、フォノグラムの図形変化と共鳴板の形状の変化が一対一に対応する事がわかります。以上により、フォノグラム図形を整えるようにすることは、共鳴板の音を合わせていくことに対応し、その結果、共鳴板の形状が一意的に決まってしまうことが結論されます。

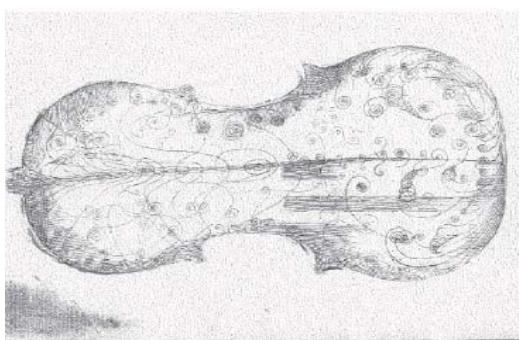


図 1 Phonogram

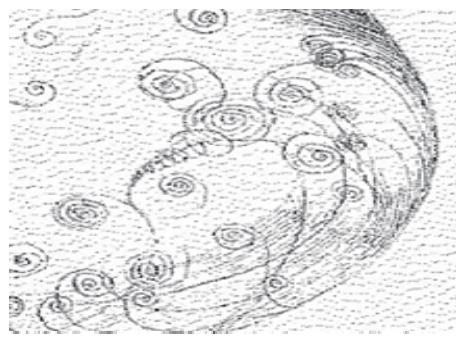


図 2 特徴的なパターン

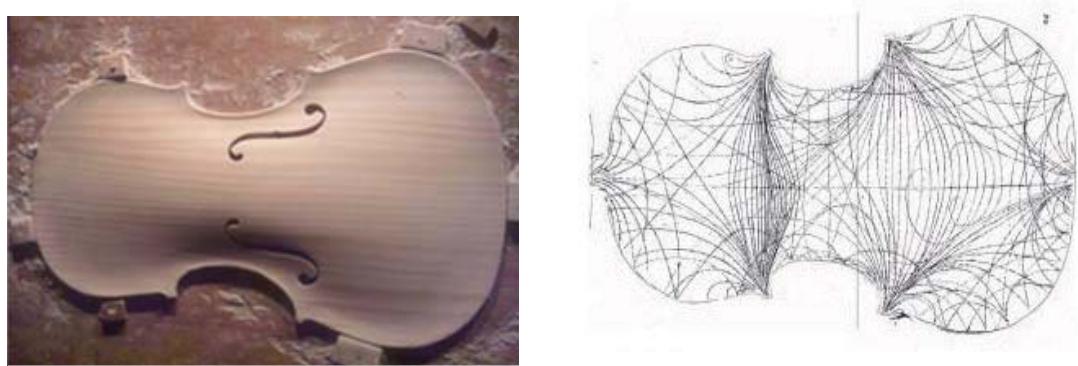


図3 成形後の共鳴版とその Phonogram

また、これはヴァイオリンに限った話ではなく、人体に関しても同様に適用することができます。人体における皮膚膜を一つの大きな膜と見なせば、楽器として考えることができます。人体のフォノグラムを探ることが可能です。人体のフォノグラムは、東洋医学における経絡の概念に相当すると思われます。今まで実態が明らかにされてこなかった「気」の概念も、フォノグラム解析により、科学的な説明が可能となります[2]。

以上により、音と形の関係は、フォノグラムを用いれば同型であり、音の情報に基づく新しい科学を構成することが可能であると予想されます。

## 2. フォノグラムの数理（音の対称性）

フォノグラムの図形パターンを見ますと、複素関数論の幾何学的パターンと非常に類似していることがわかります。最も、特徴的なパターンである渦巻き模様は、真性特異点を持つような関数のグラフと同じ形をしています。また、音が揃った図形パターンには、シュタイナーの円や、クラドニ图形と同様なパターンが見られます[3]。クラドニ图形は膜の振動に対する幾何学的パターンであり、フォノグラムの特別なパターンとしてクラドニ图形を見なせば、より一般的なクラドニ图形として、フォノグラムを位置づけることができます。そして、最も特徴的なのが自己相似性（フラクタル性）です。さらに、音を合わせて削るという操作は、関数要素の解析接続にあたり、渦を消す操作は特異点除去に当たります[4]。また、この場合の関数要素はフーリエ級数と同じです。

フォノグラムが数学概念とうまく対応しているという事実は、その背後に何らかの対称性が潜んでいることが予想されます。その対称性とは「音の対称性」です。フォノグラム解析の目的の一つがこの「音の対称性」を明らかにすることです。

## 3. 終わりに

まず、楽器に関してフォノグラムを用いてえられる結果は、「音の対称性」が最も高い状態がホワイトノイズであり、その状態で実現された共鳴板が名器になる可能性があるということです。従って、楽器製作技術とフォノグラムを正確に書く（音を聞き分ける能力）という技術は、同じである事がいえます。これは、ストラディバリのような名器を作るための科学的根拠を与えるものになります。また、人体におけるフォノグラムは東洋医学の経絡の概念に当たることから、今まで対処療法的な説明しかなされてきていない経絡理論を、統一的な観点から作り直すことを可能にします。ヴァイオリンの共鳴の原理と人体の整体の原理が、フォノグラム解析により、同じ数理的基礎を持つという発見につながり、今までの科学の適応限界を大いに広げるものであると考えられます。

## 参考文献

- |                   |            |          |
|-------------------|------------|----------|
| [1] 楽器の科学         | C.M.ハッチスン  | 日経サイエンス社 |
| [2] 黄帝内經 「素問」「靈枢」 | 池田政一       | 医道の日本社   |
| [3] 複素解析          | L.V.アルフォルス | 現代数学社    |
| [4] リーマン面         | H.ワイル      | 岩波書店     |

## 自然の景観を模したコンパクトシティについて

阿竹 克人

株式会社 阿竹研究所 〒4680068名古屋市天白区表台 15

atake@atake-i.com

### About the compact city which imitated the natural scene

Katsuhito ATAKE

Katsuhito Atake Institute co., ltd. Omotedai 15 Tenpaku-ku Nagoya 468-0068

**Abstract:** The compact city of a low environmental impact which makes the elevator system which moves also horizontally instead of automobile traffic a means of transportation is proposed. The appearance imitates the natural hill which consists of a slope residence like a columnar joint, and the inside has become a city agora, and if it floats on the sea with atoll it will become a marine city like a lagoon island.

**Keywords:** Compact - ci ty Car-free Mar i ne- ci ty Natural - scene hori zontal - elevat or

### 1. はじめにコンパクトシティ

現代では自動車交通抜きの生活は考えられないが、減少しているとはいえ年間5000人近い犠牲者を生み、悲惨な事故の報道は後を絶たない。また環境汚染や資源の浪費、都市のスプロールを生むと言った問題点も指摘されている。

現代の都市は、物流以外にも消防救急ゴミ処理などの多くの公共サービスが自動車に依存している一方で、幅広い道路以外にも駐車場や給油施設など都市部の半分以上のスペースを自動車のために割いているといわれる。

これらの問題に対する解答のひとつとして提案されたのが OR の専門家である G.B.Dantzig と T.L.Satty による Compact City で、森口繁一監訳で日科技連出版社から 1974年に出版されている。今日いろいろな地方自治体でコンパクトシティと言う言葉が独り歩きしているがこの著作がこの言葉の原点である。

### 2. 水平にも移動するエレベーター

この提案では最大で人口 200万人の都市が直径 5 km 高さ 150 m 程度の円盤に収まるとしている。自動車交通に替

わるものとしては、動く歩道や自転車、電動バスのような大量輸送手段とともに物流用としてコンベア等による自動配達システムが挙げられている。

これは現代ではすでに病院建築などで実用化されているが、これを乗用にまで拡張し、オンデマンドで水平にも動ける自走式エレベーターシステムに発展させるとほぼ都市内の自動車交通をなくすことが出来ると考えられる。

救急消防活動やごみ収集などもこのシステムを通じて行われる。自動車と同じようにドアツードアで私有財産でない分高効率に稼動できる。また電気が動力源ではあるが電気自動車のような蓄電池を積む必要もない。このシステムはリフトのように歩道の上部空間を利用する事が考えられる。

一般にエレベーターは一本のシャフトに一台のカゴしか入らないため輸送力に限界があるが、自走式にすると複数台を入れることが出来、追い越しなども可能にすれば自動車のような高い輸送効率が実現できる。自動車の都市内の平均速度は都市高速を除けばせいぜい時速 30

$k\text{ m}$ 程度で、都市の密度を上げて大きさが半分になればアクセスタイムは時速 $15\text{ km}$ の自転車やエレベーターでも同じになる。



### 3. 自然の景観を模した外観

都市をコンパクトにする目的はスプロールを避けて土地を有効利用し、周辺に豊な自然環境と農地を確保することにあるので、都市の外観も自然環境に調和したものにしたい。また都市内の住戸もなるべく外気と自然環境を享受できるものにしたい。そのため柱状摂理のような住戸と自然の丘陵のような斜面住宅を考えた。

各戸は三層のメゾネットを基本とし、都市内部に開いた一層はショップや工房やオフィスとしても使え職住近接が図れる。各戸は都市の内部空間とつながって



いるためこちらにエレベーターがアクセスできる。斜面住宅による山体の内部は外気や採光をあまり必要としない大規模商業施設や体育施設などの大空間（アゴラ）として使われる。

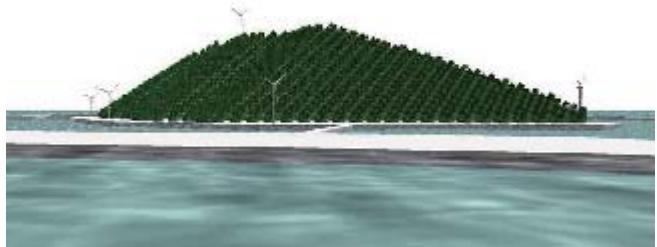
住戸の間には外部階段や外部の斜路があり各戸は下側隣戸の屋上を前庭として使える。このシステムは六角だけでなく、長方形でも可能であるが、自然是単調であることを嫌うのでボロノイ分割などの変化に富む形が良いかもしない。

### 4. 環礁都市構想

この自然景観型環境共生都市を既存市街地の再開発として行うことは権利調整などに多くの課題を生じる。ならばいっそ海上都市として考えるとまったく既存の権利から独立して計画でき、自然の島嶼にも見える。海上としは地震とは無縁の究極の免震構造であり、ある程度外洋に浮かんでいれば津波の影響も受けにくい。

ただ外洋の荒波が直接岸を洗うとどうしても船舶のような高い船舷が必要になってくる。そこで都市の外側に外洋との緩衝帯として礁湖を設け、その外側に防波堤となる構造物を設けることとした。

この礁湖は都市の排水を浄化しつつバイオマスエネルギー源となる藻類を培養したり、水上機の発着に使うなどの用途が考えられる。海水には豊富なマグネシウムをはじめほとんどすべての金属元素が溶け込んでいるので、豊富な太陽エネルギーを使えば海洋コンビナートといった産業を興せるかも知れない。そのための装置類の配置もこの礁湖を使うことで可能となる。



<http://www.atake-i.com/woodcity/index.htm>

## 仮想石刻絵画の試み

高木隆司<sup>1</sup>、出原立子<sup>2</sup>、水野慎士<sup>3</sup>

<sup>1</sup>神戸芸術工科大学、連絡先：〒192-0371 八王子市南陽台 3-3-13, jr.takaki@iris.ocn.ne.jp

<sup>2</sup>金沢工業大学情報学部、〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘, izuhara@neptune.kanazawa-it.ac.jp

<sup>3</sup>愛知工業大学情報科学部、〒470-0392 豊田市八草町八千草, s\_mizuno@aitech.ac.jp

### Trial of Virtual Petroglyph

Ryuji Takaki, Ritsuko Izuhara, Shinji Mizuno

**Abstract:** A trial is made to create virtual petroglyphs by the use of a program to produce virtual woodprint, which was developed by one of the authors (Mizuno). The process of carving ditches on an virtual wood plate is replaced with carving on an virtual rock surface made of photo of real rock. A few results of this trial are exhibited.

**Keywords:** Petroglyph, Central Asia, Virtual process, Woodprint,

筆者らは、2010-2012 年の期間で、科学研究費（挑戦的萌芽研究）を受けて、中央アジアの石刻絵画（主として新石器時代以降）の解析をおこなっている。昨年の 9 月に、カザフスタンのアルマトイ市で開催された考古学の国際会議でその成果を発表した[1]。

中央アジアでは、多数の石刻絵画が、地震、地衣類の繁殖、人為的原因のために損傷を受け、考古学者たちがその修復にあたっているが、石刻絵画の数が膨大なために、ほとんど手がつけられていない。たとえば、図 1 はカザフスタンのタムガリー遺跡（世界遺産）で、地震のために落下して割れた岩面である（直径 1.5m くらい）。これを接合したり、元の場所に戻したりするのは困難であるが、コンピューターを用いて仮想的に修復することは可能であろう。そこで、筆者の一人（水野）が以前に開発していた仮想木版画を制作するソフトウェアを用いて[2],[3]、仮想的に石刻絵画を制作する試みを始めた。

実際の絵画（図 2）を手本とした試作品を図 3 に示す。この制作にも技の向上が必要である。



図 2. タムガリー遺跡の、ウシの石刻絵画（高木撮影）



図 3. 図 2 を手本とした仮想石刻絵画の試作品

### 参考文献

- [1] Ryuji Takaki, Ritsuko Izuhara, Shinji Mizuno, Muhiddin Khujanazarov and Makito Kashiwabara, "Studies of Petroglyphs by Image Analysis and Some Other Topics", International Seminar-Training by the Cultural Heritage of the Countries of CIS, Sept. 19-23, 2011, Almaty, Kazakhstan.
- [2] S. Mizuno, M. Okada, S. Yamamoto and J. Toriwaki, "Japanese Traditional Printing "Ukiyo-e" in a Virtual Space", FORMA, 16, pp. 233-239, 2001.
- [3] 水野慎士、岡田 稔、鳥脇純一郎：「仮想版画」、かたちの事典（高木隆司編、丸善、2003）巻頭グラビアページ；鳥脇純一郎他：項目「コンピューターアート」、かたちの事典、pp. 284-288.

## ストローと割りばしで作るガリガリトンボ

工藤 清

福井県こども歴史文化館

手づくりおもちゃの科学館

[kiyosiko@plum.plala.or](mailto:kiyosiko@plum.plala.or)

## The propeller stick made of straw and chopsticks

Kiyoshi Kudo

Fukui Children's Museum

Pavilion of handicraft science-toys

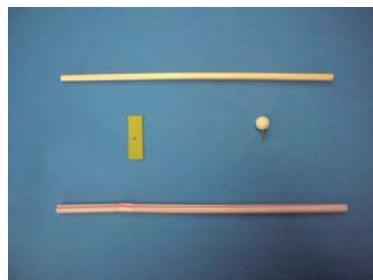
1104, Nakano-2chome, Fukui 918-8186 Japan

**Abstract:** The propeller stick is easily made using straw and chopsticks.

**Keywords:** the propeller stick, bendable straw, disposable chopsticks

ガリガリトンボは別名ガリガリモーターとも呼ばれ、ギザギザの山のある棒を別の棒で擦ると、その振動で先端にあるプロペラが自励振動を起こしてくるくると回るおもちゃである。通常このおもちゃを作るには棒にギザギザを付けるなど、手間がかかる。今回はストローと、割りばしとマップピンを使った簡単なガリガリトンボの作成方法を紹介する。このガリガリトンボは棒で擦らなくても、爪で軽く擦るだけでくるくるとよく回る。

### 作り方



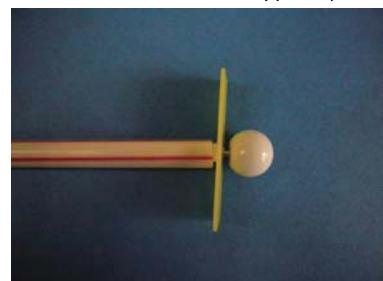
1. 材料（割りばし、プロペラ、ストロー、マップピン）



2. ストローを伸ばす



3. 割りばしをストローに差し込む



4. 割りばしの先端にプロペラを  
マップピンで止めて、完成

**考察** プロペラの回転が軸の振動と同期して回り続ける。プロペラの回転方向をコントロールするにはどうすればよいのだろうか？軸の持ち方や擦り方によって、プロペラの回転方向に偏りが生じることが分かる。無重力環境でも（の方が）よく回るだろうか？

## 神経細胞の形づくりの機構—分子細胞生物学的視点から

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

福井大学生命科学複合研究教育センター

910-8507 福井市文京 3 丁目 9-1

ykonishi@u-fukui.ac.jp

## The molecular and cellular mechanisms of neuronal morphogenesis

Yoshiyuki Konishi

Department of Human and Intelligence Systems, Graduate School of Engineering, University of Fukui

Research and Education Program for Life Sciences, University of Fukui

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

### Abstract:

To shape organs, it is crucial to regulate number and position of cells as well as cellular morphology. These processes are especially important in the nervous system, in which neurons make connection with specific target, thereby enable to process information. Multiple cellular processes such as differentiation, migration, survival, morphogenesis and synaptogenesis are involved to establish neuronal wiring. Recent studies has identified extracellular signaling molecules contribute to establish neuronal network by operating on the cellular processes. Neurons respond to such signals differently depending on the neuronal subtype and developmental timing. Thus, in addition to the extracellular signaling, it is important to understand the intracellular systems.

We have been studied intracellular mechanisms involved in the neuronal morphogenesis, and identified novel signaling pathways that specifically regulate the growth of axons or dendrites. In addition to regulating growth rate of processes, cells have to sense spatial information and organize molecular network at specific subcellular region in order to coordinate cellular morphology. Especially, neurons have distinctive processes, (i.e. axons and dendrites) required for neuronal transmission. It has been suggested that in addition to the cell extrinsic cues, there should be cell intrinsic special cues, so called “landmarks” that play crucial roles cellular morphogenesis.

By using molecular probes, we identified that one of the post-translational modifications of microtubules, tubulin tyrosination, acts as a spatial cue to discriminate the axon from dendrites in neurons by regulating polarized transport of kinesin-1 into the axon. Further, disruption of this mechanism affected the polarized morphology of neurons. In addition to the tyrosination, recent reports from other groups and our results suggest that multiple modification on microtubules act as directional cues in neurons. These observations suggest that region specific modification of microtubules could function as a critical component to establish landmarks, thus play major roles in the intracellular spatial signaling in neurons.

**Keywords:** neuron, axon, dendrites, signal transduction, microtubules

## 少数個の点による球面上の最適配置について (II)

種村 正美

tanemura@ism.ac.jp

統計数理研究所・名誉教授, 〒190-8562 東京都立川市緑町 10-3

### Optimal Configurations on the Sphere for Small Number of Points (II)

Masaharu Tanemura

Prof.Emer. The Institute of Statistical Mathematics,  
10-3 Midori-cho, Tachikawa, Tokyo 190-8562, Japan

#### 概要

Evenly distributed configurations of points on the sphere are given for small number of points ( $50 \leq N \leq 100$ ). Comparison of the configurations with those derived under the minimum Coulomb energy is discussed.

#### Keywords

Coulomb Energy, Fullerens, Radiolarians, Spherical Adjustment Method, Voronoi Tessellation

### 1 はじめに

自然界ではとくに微視的スケールで、深海に生息する放散虫 (radiolarian) の骨格や炭素分子  $C_{60}$  のいわゆるフラーーゲンのような見事な球面ネットワーク構造が見られる。それらは通常、同程度の大きさの球面六角形や球面五角形でできている。

そのような球面ネットワーク構造の数学的モデルを作るには、球面上に配置された点に対する Voronoi 分割が有効である。われわれは以前、Voronoi 分割を利用した「球面調節法」を提示し [2], [3]、点の個数  $N$  が少数の場合は大局的最適配置が得られることを  $12 \leq N \leq 50$  の場合に報告した [5]。

今回の報告では、 $50 \leq N \leq 100$  のすべての  $N$  に対して球面調節法を適用して得られた結果を提示し、最小 Coulomb エネルギー法による最適配置 [1] との比較を行う。

### 2 球面調節法と大局的最適配置

時刻  $t$  ( $t = 0, 1, 2, \dots$ ) における単位球面上の  $N$  個の点の座標を  $X(t) \equiv \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_N(t)\}$  として  $X(t)$  の Voronoi 分割を行う。球面調節法の要点は、次の時刻の配置  $X(t+1)$  が、すべての点の位置がそれぞれの Voronoi セルの “中心” に移動することで定まるというメカニズムであり、ある  $X(0)$  から出発して十分大きな  $T$  における配置  $X(T)$  は互いに均等にばらまかれた点配置となることが期待される（詳細は [2], [3] 参照）。

さて、上記の方法で最終的に得られる配置は大きな  $N$  に対しては局所的安定配置、すなわち十分大きな  $T$  における配置  $X(T-1)$  と  $X(T)$  との変位が計算精度に達した状態となり、合同な球面 Voronoi 多角形は現れないものの比較的具合の良い配置となる。それに対して、 $N$  が小さいときにはいくつかの互いに合同な球面 Voronoi 多角形の組が現れることがあり、その配置はわれわれが構造指数と名づけた指標で特徴

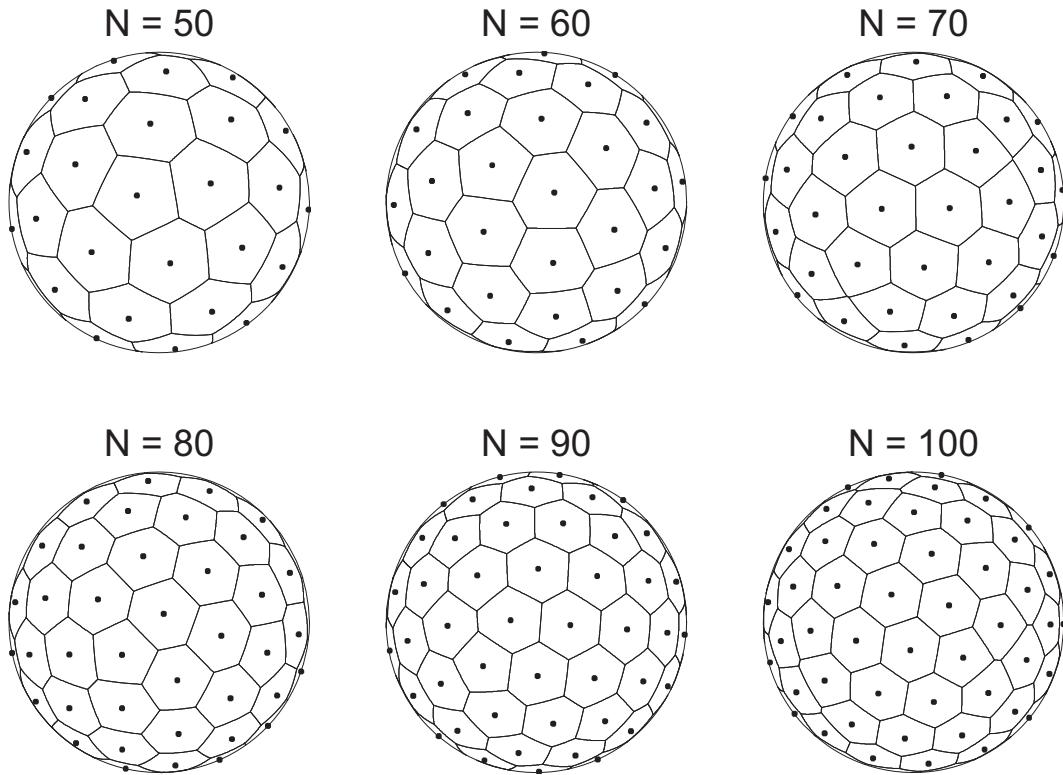


図 1: 球面調節法で得られた安定な点配置と Voronoi 分割 ( $50 \leq N \leq 100$ ).

づけられる [4],[6]。それは大局的安定配置を考えることができ、同一の  $N$  に対するいくつかの大局的安定配置の中で、最良のスコア（講演で定義）を持つものを最適配置と定める。前回の発表では  $12 \leq N \leq 50$  に対する大局的最適配置について報告した [5]。今回は  $50 \leq N \leq 100$  に対する最適点配置を求めた。

図 1 は計算機実験で得られた大局的最適配置の例である ( $X(0)$  は最小 Coulomb エネルギー配置)。

一方、Erber-Hockney [1] は同符号の等価な電荷を帯びた点が球面上に配置するとして、全 Coulomb エネルギーを最小にする配置を計算機実験によって求めている。講演では二つの方法に対する最適配置の比較を行う。

## 参考文献

- [1] Erber, T. and Hockney, G.M. (1991). Equilibrium configurations of  $N$  equal charges on a sphere. *J. Phys. A*, **24**, L1369–L1377.
- [2] Tanemura, M. (1998). Random packing and tessellation network on the sphere. *Forma*, **13**, 99–121.
- [3] 種村正美 (1998). 球面上の最適配置の問題. *統計数理* **46**, 359–391.
- [4] Tanemura, M. (2008). Voronoi adjustment model on 2-sphere for small number of points, *Proc. Int. Conf. NUMGRID2008 and VORONOI2008, Moscow, Russia, 2008*, 174–181.
- [5] 種村正美 (2008). 小数個の点による球面上の最適配置について. *形の科学会誌* **23**, 181–182.
- [6] 種村正美 (2012). 球面上の最適点配置について. *教育開発* **6** (東海大学教育開発研究所), 59–69.

# 線形に連結された van der Pol 振動子における同期現象

吉野 隆

東洋大学理工学部 〒350-8585 川越市鯨井 2100

tyoshino@toyo.jp

## Synchronization Phenomena of Linearly Coupled van der Pol Oscillators

Takashi Yoshino

Toyo University, Kujirai 2100, Kawagoe 350-8585 Japan

**Abstract:** Macroscopic properties of linearly coupled van der Pol oscillators were examined. The model has two parameters: one corresponds to strength of nonlinearity  $\mu$  and the other is strength of coupling  $k$ . Numerical simulation is carried out for some values of  $\mu$  and  $k$ . In case of strong nonlinearity the synchronization is enhanced, however, the synchronization is collapsed in cases of strong coupling.

**Keywords:** coupled oscillators, van der Pol equation, collapse of synchronization

### 1. はじめに

van der Pol 方程式は、非線形な振動現象を記述する方程式の中でも最も知られているものであり広く研究されているものである。van der Pol 振動子の状態量  $x(t)$  は時間  $t$  のみの関数であり、以下の方程式に従う。

$$\ddot{x} + \mu(1 - x^2)\dot{x} + x = 0$$

ここで、ドットは時間についての微分を表す。また、 $\mu$  は非線形性の強さを表すパラメータである。このパラメータの値が十分に小さいとき、van der Pol 方程式は周期  $2\pi$  の調和振動子に近似することができるが、この値がある程度大きくなると非線形性が無視できなくなる。van der Pol 方程式の状態量  $x(t)$  は方程式に対応する電気回路における電流とみなすことができる。すなわち、結合振動子系の研究でよく用いられる「位相」ではない。

### 2. Kuramoto モデル

同期現象が広く調べられている振動子集団に Kuramoto モデルがある。これは、 $i$  番目の振動子の位相  $\theta_i$  に対して、以下のようない連立常微分方程式で記述される。

$$\dot{\theta}_i = \omega_i + \frac{k}{n} \sum_{j=1}^n \sin(\theta_j - \theta_i)$$

ここで  $n$  は振動子の数であり、 $k$  は結合の強さを表している。また、 $\omega_i$  は振動子の固有振動数である。本研究は Kuramoto モデルと直接関係するものではない。しかし、連結のさせ方など、既往の研究として良い比較対象となるものである。Kuramoto モデルは位相についての方程式であることに注意する。Kuramoto モデルでは同期の程度を表す量として、 $R = |\sum \exp(\sqrt{1}\theta_i)|$  が用いられる。 $R$  が 1 に近いほど同期しているとみなすことができる。

### 3. 線形結合した van der Pol 振動子

本研究では、線形結合した van der Pol 振動子系の数値計算を行い、系のもつ性質について調べた。 $i$  番目の振動子の状態量を  $x_i(t)$  とする。このとき、この振動子系を線形に連結させた以下の連立常微分方程式系について検討した。

$$\ddot{x}_i + \mu(1 - x_i^2)\dot{x}_i + x_i = \frac{k}{n} \sum_{j=1}^n (x_j - x_i)$$

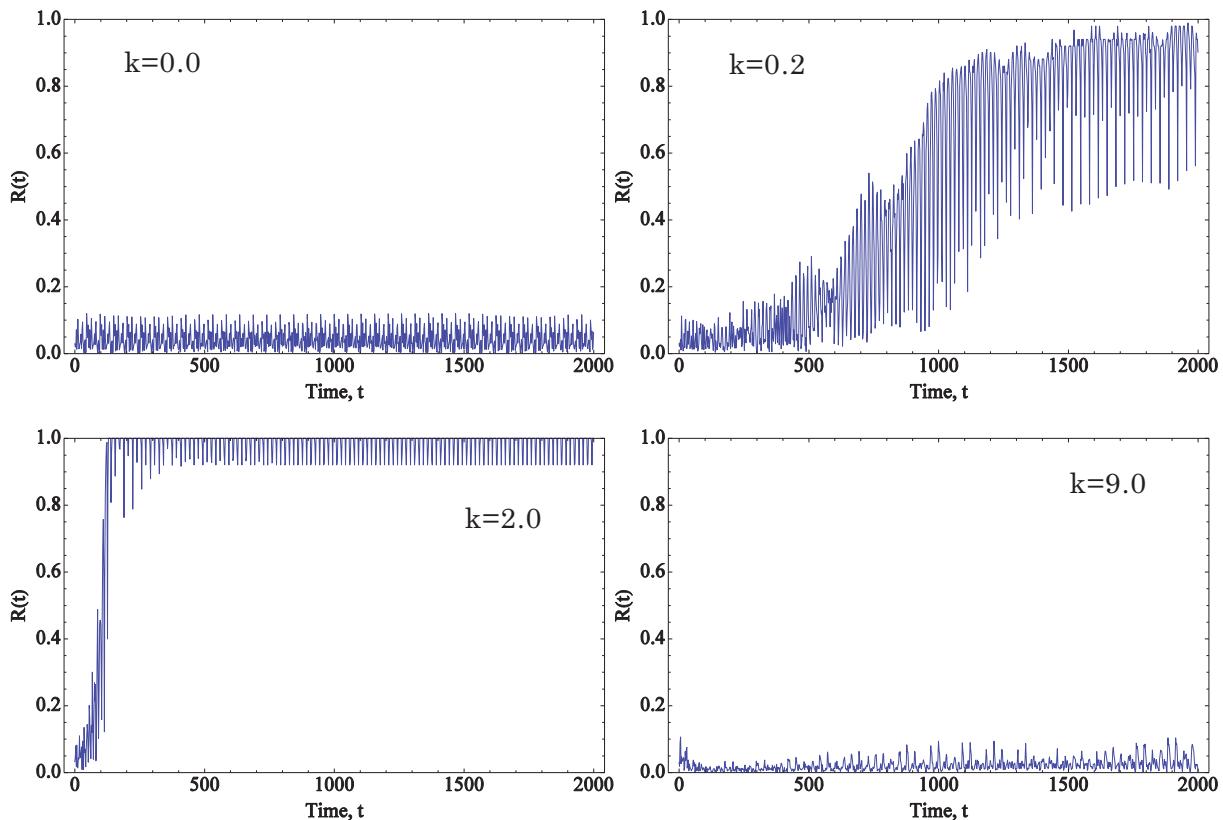
Kuramoto モデルとは異なり線形の結合を行っている。非線形の結合を行わなかった理由は 2 点ある。ひとつは、非線形性が十分に小さいときに方程式が線形の連成振動子と同じモデルになることである。もう一つは複数の非線形性があるときに、どちらがどの程度影響しているのかがわかりづらいと考えたことである。

### 4. 位相の定義

前述のように、van der Pol 方程式は位相についての方程式ではないので、位相を定義しなければならない。本研究では、位相空間（状態量と状態量の時間微分）上で原点とリミットサイクル軌道上の点を結ぶ線が  $x$  軸となす角度として定義した。この位相の定義をもとに、上述の指標  $R$  の変化を調べた。

### 5. 結果

$n = 100$  かつ  $\mu = 0.20$ において、異なる  $k$  の値で得られたシミュレーションの結果から  $R$  を計算した。その結果を図に示す。初期値は一応乱数を用いている。 $k$  の値が大きくなるにつれて、同期が強くなることが確認できた。さらに  $k$  を大きくすると同期が消滅する。この理由は方程式を見れば明らかであるが、計算して初めて気がついたことである。



## 毛糸の玉の数理

柳井 浩 (慶應義塾大学・名誉教授)

東京都品川区小山 7-4-18-B

[hyanai@east.cts.ne.jp](mailto:hyanai@east.cts.ne.jp)

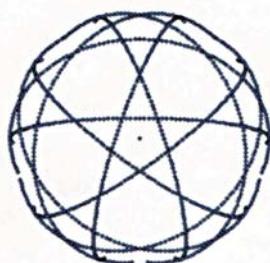
Mathematical Structure of Balls of Wool

YANAI, Hiroshi(Prof.Em., Keio Univ)

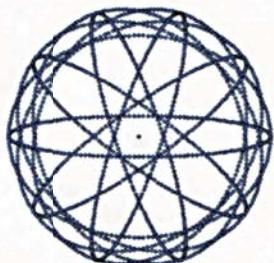
7-4-18-B Koyama Shinagawa, Tokio

はじめに： 毛糸を手に巻い球を作る。連續な手の動きが微妙にコントロールされ、ほぼ完全な球が形作られ成長してゆく。球が作られてゆくためには、毛糸が常に“球面上で一様に”に分布するよう巻かれてゆかれなくてはならない。球にが作られる筈の巻き方の数理を考え、コンピュータによる作図を試みる。

つ大円はジオデシック 132 面体をつくる。

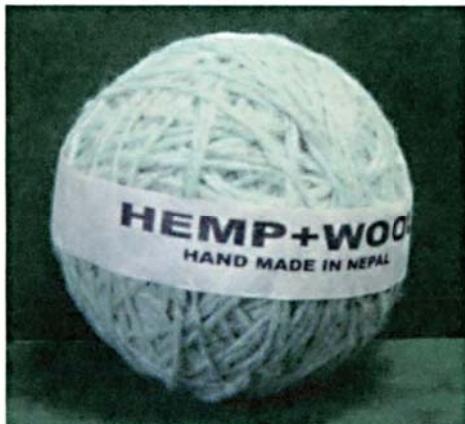


前面

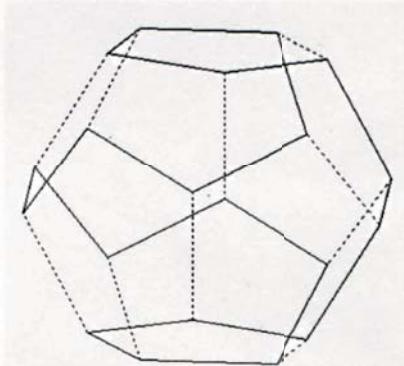


両面

ジオデシック 132 面体 前面・両面



毛糸の玉



正 12 面体とハミルトン経路

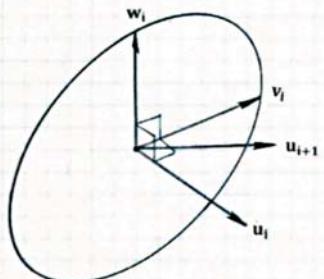
ジオデシック多面体：毛糸の連続性をひとまずおいて、球面上一様に分布する大円からなるジオデシック多面体を考える。一様性のためには、軸が一様に分布していなくてはならない。球面上、完全に一様に分布する点の集合として、数が多いのは正 12 面体の頂点(20 個)で、ここに軸の頂点をも

ハミルトン経路：連続な毛糸から玉を作るには軸を連続的に動かし球面を一周しなければならない。経路の基本として、正 12 面体の頂点を結ぶハミルトン経路を用いる。すなわち、ハミルトン経路上の  $i$  番目の頂点を

$$\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots, \mathbf{u}_{20}, \mathbf{u}_{21} = \mathbf{u}_1 ; \quad \|\mathbf{u}_i\| = 1$$

とするとき、 $\mathbf{u}_i$ を一軸として含む直交系

$$\mathbf{u}_i ; \mathbf{w}_i = \mathbf{u}_i \times \frac{\mathbf{u}_{i+1}}{\|\mathbf{u}_i \times \mathbf{u}_{i+1}\|} ; \mathbf{v}_i = \mathbf{w}_i \times \mathbf{u}_i$$

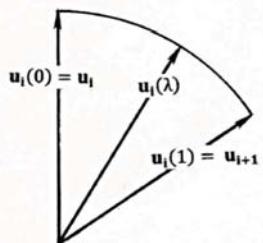


大円

を構成、 $\mathbf{v}_i$ と $\mathbf{w}_i$ が張る平面上に大円

$$\mathbf{x}_i(t) = \cos t \cdot \mathbf{w}_i + \sin t \cdot \mathbf{v}_i \quad t \in [0, 2\pi]$$

を作れば、大円は $i$ とともに少しずつ移動して前述のようなジオデシック 132 面体をつくる。そこで、これらの大円を順に補間してコイル化する。補間は次の通りである



補間

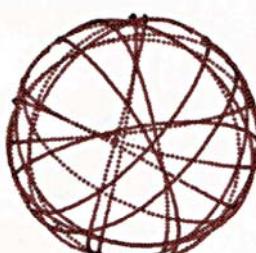
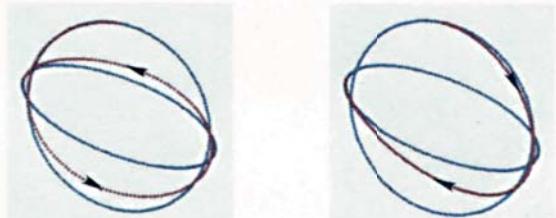
$$\begin{aligned}\tilde{\mathbf{u}}_i(\lambda) &= (1 - \lambda)\mathbf{u}_i + \lambda\mathbf{u}_{i+1}/\|(1 - \lambda)\mathbf{u}_i + \lambda\mathbf{u}_{i+1}\|, \\ \mathbf{v}_i(\lambda) &= (1 - \lambda)\mathbf{v}_i + \lambda\mathbf{v}_{i+1}/\|(1 - \lambda)\mathbf{v}_i + \lambda\mathbf{v}_{i+1}\| \\ \mathbf{w}_i(\lambda) &= \tilde{\mathbf{u}}_i(\lambda) \times \mathbf{v}_i(\lambda)/\|\tilde{\mathbf{u}}_i(\lambda) \times \mathbf{v}_i(\lambda)\| \\ \lambda &\in [0, 1]\end{aligned}$$

すなわち、 $\mathbf{w}_i(\lambda)$ と $\mathbf{v}_i(\lambda)$ が張る平面上の大円は $\lambda \in [0, 1]$ とともに連続的に移動する。これらをつないだのがコイルの 1 ピッチである。

$$\mathbf{x}_i(t) = \cos t \cdot \mathbf{w}_i\left(\frac{2\pi}{t}\right) \pm \sin t \cdot \mathbf{v}_i\left(\frac{2\pi}{t}\right) \quad t \in [0, 2\pi]$$

±：ひねりの向き

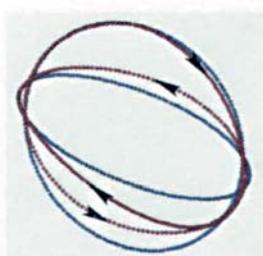
このようなコイルを、さらに順につないでゆけば、球面上にはほぼ一様に分布する毛糸が得られる。



+ひねり(前面)



-ひねり(前面)

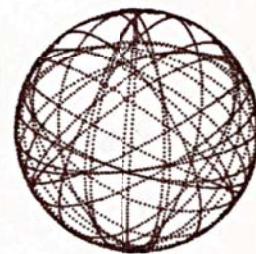
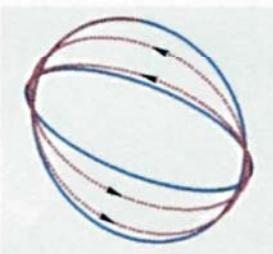


重ね合わせ(前面)

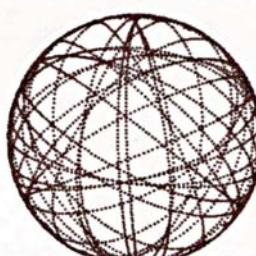


$n$  回転ひねり

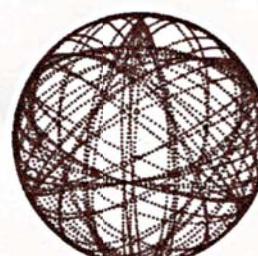
$$\mathbf{x}_i(t) = \cos nt \cdot \mathbf{v}_i\left(\frac{t}{2\pi}\right) \pm \sin nt \cdot \mathbf{w}_i\left(\frac{t}{2\pi}\right) \quad t \in [0, 2\pi]$$



2回転ひねり(+ひねり)



-ひねり



±重ね合わせ

2回転ひねり

## 姿勢と持ち方による書字形の変化

沓名健一郎 杉崎 哲子

静岡大学教育学部 〒422-8529 静岡市駿河区大谷 836

viola@art.design.co.jp

### Change of the Shape of the Letter by the Durability of Posture and Writing Implements

Kenichiro KUTSUNA Satoko SUGIZAKI

*Faculty of Education, Shizuoka University,*

*836, Ohya, Suruga-ku, Shizuoka, Shizuoka 422-8529 Japan*

**Abstract:** Only instruction of the form of the letter has been strongly impressed the handwriting in the elementary and junior high school education with. However, it is taken up as a big problem posture recently print and writing, that I greatly associate with daily note-taking. As the origin of writing a letter, we investigate the durability posture and writing implements to write a letter and report it.

**Keywords:** SHOSHA-teaching, characters, posture, form of the letter

#### 1. はじめに

これまで小中学校教育における書写は、学習指導要領によって法律的に国語の一分野の技術論として主に扱われてきたため、字形指導としての学習の意義のみが強く印象付けられてきた。しかし昨今書写が生涯学習に立脚して、いわゆるホリスティックでバリアフリーな教育を標榜するなかで、姿勢が字形および書字、日常筆記と大きくかかわることは大きな問題として取り上げられつつある。拙稿では、文字を書くことの原点として、書字姿勢や筆記具の持ち方の調査を行い報告する。

#### 2. 字形損傷と望ましい姿勢・持ち方について

学校教育における法律ともいえる学習指導要領において、書写は国語科の言語事項にあり、主に正しく整えて書くことを指導するように定めている。その中で現在盛んに研究されているのが字形の損傷とそのメカニズムの分析である。字形の損傷とは、文字の望ましい形（字形）に対して、許容の幅を超えることを指した呼び方である。久米は、持ち方について疲労・点画の書きやすさ・視線・書字速度・字形に影響を及ぼすことに言及した<sup>\*1</sup>。押木は、望ましい持ち方について旧来からの典型的な持ち方をまず望ましい持ち方としたうえで、根拠や合理性を確認している<sup>\*2</sup>。小竹は、縦書きから来る字源的な文字の形成に対して、横書きによる損傷は字源に反した書き方から来る事を示し<sup>\*3</sup>、また文字間の連係の運筆（連係ストローク）は縦書き筆記を念頭に書き方を指導すべきと述べている。それに対して沓名は横書きでのみ損傷が起こる事例をあげ<sup>\*4</sup>、また我々は筆記具の持ち方の崩れからくる損傷<sup>\*5</sup>、持ち方の崩れからくる手に対する痛みと、それによって引き起こされる更なる持ち方の崩れ<sup>\*6</sup>等を考察し、横書きに最適な持ち方の模索を提案した。広瀬らは持ち方には特に姿勢が関わっているとし、書字時の筆記具の把持圧や疲労などを調査し、望ましい姿勢は日常筆記を中心とした横書きにおいては必ずしもあてはまらないことを示した<sup>\*7</sup>。押木は姿勢について Sassoon が適しない持ち方の場合に強く握りしめることで疲労したり親指が筆記具の先端に近づきすぎるとペン先が見えなくなることによって字形に影響を与えると述べたことに言及しつつ、漢字書字運動の特徴として Z 型の運動を指摘し、アルファベットの運動と異なって合理的な書字運動を行おうとする場合には紙を斜めにする必要が生じるが、視覚的フィードバックが困難であると述べている<sup>\*2</sup>。



図 1, 紙および書く位置の例



図 2, 書く姿勢の特異な例

### 3. 実験

姿勢を同一に置き、紙の位置とペンの立て方により、書きやすさがどう変化するか実験を行った。対象は大学生 20 人。油性ボールペンを用いて、丸を続けて横へ書く「 $\alpha$ 型」らせんを書かせる。10 秒間できるだけ多く書かせ、直後 20 秒間休憩させることを 5 回繰り返し、その書いた数を計測する。回数を重ねるにつれて、慣れによる個数の増加と、疲労による個数の減少がどのように変化するかを見た。罫線幅は JIS 規格 B 罫の 6mm とし、着座姿勢は、椅子に軽く腰をかけ、背筋は伸ばしすぎず緊張しない程度に前傾し、頸を軽く引いて机上を見る、いわゆる望ましい姿勢とした。姿勢のうち「腕」に関しては紙の位置を変えることにより決定できることなし、用紙を（I）体の正面、（II）利き手の正面に置いた。持ち方については、（i）筆記具を立て、親指を握りしめて人差し指に力を入れるか、（ii）寝かせて指の力を均等にかけるかの 2 つの方法を行い、I × i …①、I × ii …②、II × i …③、II × ii …④の全部で 4 パターンとした。予備実験より、筆記具を立たせる i では、空中に浮かせると個数をたくさん書けるため、必ず手を紙面につけて書かせるように指導した。

結果、手前に行が進むに従い、I × i の①では、体に近付けて書くのに無理のある姿勢となつたが、I × ii の②では姿勢に余裕が感じられた。また筆記具を立てる i は、寝かせる ii よりも書かれた個数が少なかつた。以上から、まず用紙を正面に置く場合（I）よりも利き手の正面に置く（II）ことの方が書きやすいということが示された。次に筆記具を立てるよりも寝かせたほうが個数が多いことから、筆記具を立てるには、何らかの負の影響を受けることが示唆された。そこで筆圧を計測したところ、筆記具を立てる場合の方が、寝かせた場合よりも強かつた。すなわち筆圧による力みが、筆記速度を遅くしたのだと考えられる。字形的損傷は疲労によっても進むと考えられるため、姿勢と持ち方によって、字形が変化する可能性が示唆された。

### 参考文献

- 1 久米公『書写書道教育要説』萱原書房, 1989
- 2 押木秀樹、近藤聖子、橋本愛「望ましい筆記具の持ち方とその合理性および検証方法について」『書写書道教育研究』17, 全国大学書写書道教育学会 pp11-20, 2003
- 3 小竹光夫「横書き書字における平仮名の字形的損傷について」『書写書道教育研究』18, 全国大学書写書道教育学会, 2004
- 4 菅名健一郎「平仮名の字体に関する考察 横書きに適した新しい形について」『形の科学会誌』25(1), 71-72, 2010
- 5 杉崎哲子、菅名健一郎「横書きにおける「平仮名」の速書き指導に関する基礎的研究」『書写書道教育研究』24, 全国大学書写書道教育学会, 63-72, 2009
- 6 菅名健一郎、杉崎哲子「横書きにおける筆記具の持ち方指導に関する基礎的研究」『書写書道教育研究』25, 全国大学書写書道教育学会, 52-59, 2010
- 7 廣瀬裕之、橋本修左「書字の姿勢と筆記具の持ち方に関する基礎的研究」『書写書道教育研究』24, 全国大学書写書道教育学会, 73-82, 2009

## 近世日本の図のビジュアルデータベース構築と形態分類

出原立子、森田広基

金沢工業大学 〒921-8501 石川県野々市市扇が丘 7-1

izuhara@neptune.kanazawa-it.ac.jp

Construction of the Visual Database for the Japanese Diagrams in the Edo Era and  
Classification the Forms

Ritsuko Izuhara, Kouki Morita

Kanazawa Institute of Technology, 921-8501, 7-1 Ogigaoka, Nonoichi, Ishikawa

**Abstract:** Many diagrammatic representations were drawn in the Edo era for various purposes and fields, for instance, Philosophy, Astronomy, Geography, Medicine, Craft and Architecture. We collected the diagrams and constructed the visual database system to classify them as their morphological aspects and grasp the whole characteristic of them.

**Keywords:** diagram, the Edo Era, visual database system, classification

### 1. はじめに

筆者はこれまでに近世日本の思想家が描いた図的表現について研究し、彼らが東洋思想に基づいた独自の思想体系を有し、文章では表現することのできない物事の全体的な認識方法を図で表し、その図を思考道具としても用いていたことを明らかにした<sup>[1]</sup>。しかし、こうした図的表現は日本に西洋近代科学が流入して以降、あまり見られなくなったことから、近世日本においては当時の西洋とは異なる図的表現の仕方や活用がなされていたのではないかと考えられる。そこで、本研究では近世日本において活用された図の特性を明らかにすることを目的として、思想、天文地理、医術、産業など当時の幅広い分野から図を収集し、当時の図の特徴を探ってみたい。

研究方法として、まず江戸時代の日本で制作、出版された幅広い分野の書物・資料より図的表現を用いたものを収集しデータベースを構築する。そして、それらを図の形態的特徴から分類し、その結果を分かり易く閲覧できるビジュアルデータベースシステムを制作し、それを用いて収集した図の形態的特徴の全体的傾向を抽出することを試みた。

### 2. 近世日本の図の収集データと形態的特徴値の設定

本研究においてこれまでに収集した図は、天文、地理、暦術、医術、本草、算術、思想、産業（染物、菓子、工芸）、建築業、娯楽、行政、軍事などの幅広い分野の文献から集めた。分野を限定せず当時の図的表現の全体的な特徴をつかむために、収集した図を形態的な特徴により分類した。

図の形の分類方法として、6つの分類項目を設定しそれぞれの項目の特徴を有する度合いを各特徴値で設定した。図の分類項目として既往研究により定義されている4項目（領域系、行列系、連結系、座標系）<sup>[2]</sup>を用い、さらに近世日本の文献・資料に多く見られる図と絵の中間に位置するような具象的な図的表現を「形象系」、それと相反する図の構成ルールと意味付けが明確に定められているような図を「抽象系」として加えることにした。「領域系」とは閉じた領域どうしの交差・隣接・分離など配置関係が意味を持つ図のことを指し、「行列系」とは行と列の相互関係が意味をもつ図のことを指す。「座標系」とは任意のスケールにおける位置、数量、方向などが意味を持つ図のこととし、「連結系」とは対象となるもの同士を連結する線の有無が意味を持つ図のことを指す。収集した各図につい

て、これら 6 項目（領域系、行列系、連結系、座標系、形象系、抽象系）の各特徴値を 0 から 5 で設定し、複数の特徴値を設定可能とした。

### 3. 図のビジュアルデータベースシステム構築と特徴値マッピング

上述の通りに収集した図について特徴値を設定し、且つその結果を分かり易く閲覧でき、収集データの全体的な特徴を把握するために、本研究では図のビジュアルデータベースシステムを制作し、それを用いて収集データの分類を行った。本ビジュアルデータベースシステムは、図のデータ登録・管理機能と閲覧機能の大きく二つの機能を有する。閲覧機能では、図の 6 つの特徴値項目について 3 つの組を設定して、それぞれが 3 次元座標軸の両端に位置するように設定してマッピングを行う（図 1）。ちなみに、各軸の項目は設定変更ができる、また 2 次元座標系としても活用することも可能である。さらに、キーワード検索によって絞り込まれた図データのみのマッピングも可能とした。



図 1. ビジュアルデータベースシステム閲覧画面



図 2. 星宿図

本研究では、まず[領域系-行列系、行列系-連結系、具象系-抽象系]の組を作って図のマッピングを試みた。組んだ項目同士は図の意味付けに類似性が少ないと対極に配置した。マッピングの結果、座標系の図が非常に少なく、これは当時の日本ではまだ座標を用いた定量的な分析が重んじられていなかったことが理由として考えられる。また、形象系の図、行列系の図、そして領域系の図は非常に多かった。さらに、領域系と連結系を組み合わせた図も多く、内容的に特徴的なものが多く含まれていた。

### 4. 考察と今後の課題

上記の結果より、形態的に類する図どうしの共通性を表 1 のように解釈した。異なる分野であっても同系の形で表された図同士は、共通した関係性を表現していると考えられる。今後は各系の形の原型も辿りながら、図の形が有する固有の意味を明らかにし、近世日本の図の特徴をさらに追求したい。

表 1：近世日本の図の形態的分類と表現内容

分類項目	例	表現内容
形象系	染物図案、菓子図案	ものづくりに活用する雛形を表す
行列系	番付表、列藩一覧	順位など、人為的に作った関係性を列する
領域系	地域図、戦場図	領土（領域）、配置の型を示すもの、
領域系 +連結系	星宿図（図 2）、古医学の経脈図、東洋思想に基づく概念図	自然に現れる規則性や関係性の筋（道筋）を表す
座標系	建築物の雛形	寸法や形を正確に割出すためのもの

### 参考文献

- [1] A Study on Baien's Diagrams, "Gengo-zu", in Terms of Symmetry, IZUHARA, R., Forma (形の科学会誌) Vol. 15, pp. 163-172, 2000
- [2] 出原栄一, 吉田武夫, 渥美浩章, “図の体系”, 目科技連, pp. 134-138, 1986

## なぞり学習の字形認識効果について

杉崎 哲子 脇名健一郎

静岡大学教育学部 〒422-8529 静岡市駿河区大谷 836

essugiz@ipc.shizuoka.ac.jp

### The Effect of "Tracing Characters" in the Recognition of the Handwritten Characters.

Satoko SUGIZAKI Kenichiro KUTSUNA

Faculty of Education, Shizuoka University,

836, Ohya, Suruga-ku, Shizuoka, Shizuoka 422-8529 Japan

**Abstract:** A teaching method, "Tracing characters" is adopted in handwriting and SHOSHA-teaching in elementary school classes. This method contains a problem that students are inclined to focus on their movement of writing. This thesis considers the effect of "Tracing characters" in the recognition of the handwritten characters, based on the experimentation of "Tracing characters" using a tablet instead of a pen.

**Keywords:** SHOSHA-teaching, Tracing characters, recognition of the handwritten characters

### 1. はじめに

示された文字をなぞる「なぞり書き」は、主に小学校国語において平仮名・片仮名、漢字の習得のために用いられる方法であり、書写学習においても指や鉛筆でなぞって字形要素を確認する活動が実施されている。しかし線を辿る動作のみに集中し、同時に筆記具把持のストレスが生じるという問題点が指摘できる。そこで拙稿では、パソコンの大型モニタに指でなぞりをする実験をもとに、「なぞり学習」の字形認識効果を考察する。

### 2. 「なぞり書き」と「空書」について

「なぞり書き」は、提示された文字の線を指や鉛筆で辿る動き動作で、指で書く「指書き」と筆記具を用いる「写し書き」とに分類できる。書写書道用語辞典によると「なぞり書き」は字形練習の方法とあり、「指書き」は「①文字の字画を正しく覚える②筆順を覚える③文字の点画、正しい筆づかいの理解に役立つ」となっている。一方、文字を空中に書く「空書（くうしょ）」は「空書き（そらがき）」ともいい、文字の筆順の習得や点画の筆づかいの運筆の速度などの練習に効果的であると記されている。

### 3. 「なぞり書き」に関する先行研究

「なぞり書き」について小野瀬（2005）は視写との比較をし、点線の上をなぞるだけの練習は点と点を結ぶ作業のみに集中することになり、字形の記憶を含む全体像の習得を促進しなかったが、視写は視覚的手掛けりだけをたよりに白紙に書くため、たえず手本と文字の全体像をイメージする必要性が生じ、筆順どおりに字形を正しく書く書字能力の習得に対しては、視写の方が「なぞり書き」よりも有効であると言及している。また小林（1989）は筆記具操作能力の発達的変化を調査し、速さと正確性の間にはトレードオフ関係を確認している。これらの論では、「なぞり書き」について、認知・再生のためのプラン、手指の動作のコントロールの適否が同時に現されると考え、特に手指の動作のコントロールをモータースキル（運動技能）の発達としてとらえている。

### 4. 実験とその結果

研究協力校において、「筆跡の乱れが顕著である」群Aの2名、「書字障害が疑われる」群Bの2名、「場合によって筆跡が乱れる」群C2名の合計6名を対象に、予備知識や既成の方法などない中で「なぞり学習」を数種類試行し、生徒らの反応や筆跡の変化などを

査した。この群をさらに2つに分け、実験課題を前後半ずらす形で、調査順序の差をなくす配慮（単盲検法）をしている。

**調査1（紙面上のなぞり）**／上部に記した家のマークや二重丸などの絵記号を下部に描きうつす課題を与える、文字とは異なるシチュエーションでの筆記の状況をみた。

《結果》それぞれに、ある種のストローク（筆使い）で見本とずれることが分かった。

また、ア・イ・ウ・エでは明らかになぞりの文字の質に差が出ている。

**調査2（画面上のなぞり）**／iPadのようにパソコンの大型モニタ（タッチパネル式）に教科書体活字の文字を表示し、指（筆記具を持たない）でなぞらせて「なぞり」の質を見た。

《結果》いずれの生徒も、パネル上の文字の中心をしっかりとつなぐことができていた。

また、調査1において「ずれ」が顕著な生徒もタッチパネル上では文字からずれることなくなぞることができた。

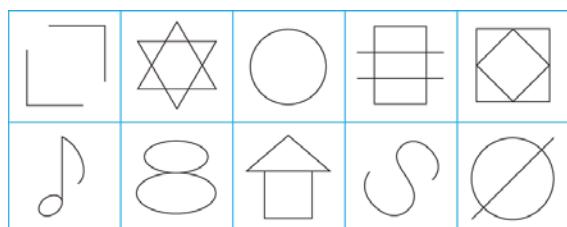


図1（上）：なぞり图形の例

図2（右）：調査1のなぞり例

ア 卒業記念集の目次には  
イ 卒業記念集の目次には  
ウ 卒業記念集の目次には  
エ 卒業記念集の目次には

## 5. 「空なぞり」の認知的効果について

今回の調査2の実験を一般的な「なぞり書き」と区別し「空なぞり」ということにする。「なぞり書き」が文字再生の運動自体を問題にしているのに対し、「空なぞり」は筆記具の把持というストレスが除去される点では「空書」（松尾 2004）に等しい。しかし動きの方向が示され指の動きの跡が消滅しないという点では「空書」と大きく異なるものである。

書写教育の立場では、「字形」に着目し、それを再生する脳内に整齊な文字のイメージを焼付ける認知の部分への働きかけが求められる。認知面の効果が示唆された「空なぞり」の場合は、「なぞり書き」における手の運動面の効果だけでなく、筆順や筆使いの指導に限定されている「空書」の有効性が加わると考えられる。

## 6. まとめ

今回、空書や視写もあわせて「なぞり学習」について再検討し実験した結果、提示の工夫によって字形認識の向上が期待できることが明らかになった。なぞりの残像や書き進める全体像の提示の影響、また動作に転換させていくタイミング等の課題も検討し、今後の指導法のモデル化に生かしたい。

## 参考文献

- 1) 『書写・書道用語辞典』藤原博、加藤達成、氷田作治、堀江知彦編 第一法規 1978
- 2) 小野瀬雅人『入門期の書字学習に関する教育心理学的研究』風間書房 2005
- 3) 小林利宣「文字を書くことについて」広島経済大学研究論集 第12巻 第1号 1989 他
- 4) 松尾香弥子『空書の脳内メカニズム：運動による文字処理過程の神経的不可低減の仕組み』風間書房 2004

## 生体信号が持つ多様な側面と応用可能性について

松浦 康之

福井大学産学官連携本部 〒910-8507 福井市文京 3-9-1

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

## Diverse Aspects and Application Potentiality of Biological Signals

MATSUURA Yasuyuki

Headquarters for Innovative Society-Academia Cooperation, University of Fukui

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

**Abstract:** Biocybernetics is the application of cybernetics to biological science, composed of biological disciplines that benefit from the application of cybernetics: neurology, multicellular systems and others. Biological signals that have been difficult to measure became measurable due to improvements in biomedical measurement technologies. Also, biological signals are widely used by visualization as waveforms of electrocardiogram (ECG), electroencephalogram (EEG), electromyogram (EMG), stabilometry and others. Electrogastrogram (EGG) measures the electrical activity of the stomach through electrodes placed over the abdomen, which is primarily rhythmical. Compared with other gastrointestinal motility measurement methods such as the gastric emptying and internal pressure measurement, EGG is noninvasive and allows measurement under minimum restriction and therefore, allows prolonged measurement. EGG is also useful for preventing disorders associated with abnormal gastrointestinal activity such as functional dyspepsia, which has become frequent in recent years, and constipation, which is an extremely frequent complaint in the elderly. Thus, EGG is of marked importance in public health. However, the range of EGG application is still limited. Therefore, the author outlined the measurement/analysis methods, listed advantages and disadvantages of EGG and electrogastroenterography (EGEG), described their clinical importance, and commented on studies at the forefront on form and its nonlinear analysis by EGG.

**Keywords:** Cybernetics, Biocybernetics, Electrogastrogram (EGG), Non-invasive measurement, Gastrointestinal motility, Biological signal

### I. Introduction

Cybernetics, as a scientific discipline has been named by Norbert Wiener (1894-1964). It was the title of his book with the subtitle Control and Communication in the Animal and the Machine [1]. Cybernetics is the interdisciplinary study of the structure of regulatory systems. It covers mathematical and structural description of information processing in organisms and ecosystems.

Biocybernetics is the application of cybernetics to biological science, composed of biological disciplines that benefit from the application of cybernetics: neurology, multicellular systems and others. Biocybernetics plays a major role in systems biology, seeking to integrate different levels of information to understand biological systems function.

Biological signals that have been difficult to measure became measurable due to improvements in biomedical measurement technologies. Also, biological signals are widely used by visualization as waveforms of

electrocardiogram (ECG), electroencephalogram (EEG), electromyogram (EMG), stabilometry and others. Biological signals are used for evaluation of the autonomic and central nervous systems, muscle fatigue, and equilibrium function. Various biological signals are used in not only clinical practice but also biomedical engineering, human engineering, and psychology, but papers on the evaluation of digestive activities using biological signals have been scarce.

## II. Function and Form in Biosignals

Studies of biological signals began at the end of the 19th to the beginning of the 20th century as biological signals such as ECG, blood pressure, and EEG were first measured in humans. Waveforms obtained by employing these modalities are used for evaluation of the autonomic and central nervous systems, muscle fatigue, equilibrium function and others. Various biological signals are used in not only clinical situations, but also biomedical engineering, human engineering, psychology and others. Since examinations of the gastrointestinal motor function are generally stressful to humans, the establishment of noninvasive methods is anticipated. Also, as noninvasive methods can measure the psychological and physiological phenomena in a close-to-normal condition, they are expected to provide novel findings and contribute to the development of related fields.

## III. Application Potentiality of Electrogastrogram (EGG)

EGG evaluates the gastrointestinal motor function by measuring electrical activities of the gastrointestinal system as biological signals [2]. Conventional gastrointestinal motility tests cause pain; therefore, newer noninvasive methods are desired. Noninvasive methods facilitate the measurement of motility close to the normal physiological state, provide new valid findings. EGG measures the electrical activity of the stomach through electrodes placed over the abdomen, which is primarily rhythmical. Compared with other gastrointestinal motility measurement methods such as the gastric emptying and internal pressure measurement, EGG is noninvasive and allows measurement under minimum restriction and therefore, allows prolonged measurement. In addition, since EGG measures gastrointestinal electric activity, which cannot be quantified using other methods, it can be used for the evaluation of the state of the body and pathological condition, and may provide new findings such as those useful for the prevention of gastrointestinal dysfunction associated with various disorders. EGG is also useful for preventing disorders associated with abnormal gastrointestinal activity such as functional dyspepsia, which has become frequent in recent years, and constipation, which is an extremely frequent complaint in the elderly. Thus, EGG is of marked importance in public health. However, the range of EGG application is still limited. Therefore, the author outlined the measurement/analysis methods, listed advantages and disadvantages of EGG and electrogastroenterography (EGEG), described their clinical importance, and commented on studies at the forefront on form and its nonlinear analysis. In this talk, I will explain physiologic mechanism of EGG and introduce diverse aspects and application potentiality of Biological Signals.

## Reference

- [1] Wiener N. (1948) Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. MIT Press
- [2] Alvarez WC. (1922) J Am Med Assoc., 78(15), 1116-1119.

## こども歴史文化館における手づくり科学おもちゃ教室について 工藤 清

福井県立こども歴史文化館 (<http://info.pref.fukui.jp/koreki/>)  
手づくりおもちゃの科学館 ([kioshiko@plum.plala.or.jp](mailto:kioshiko@plum.plala.or.jp))

福井県立こども歴史文化館は2009年11月に開館し、地元にゆかりのある人物を中心にして福井県の歴史と文化を展示紹介している。以下に、館内的一部を写真で紹介しよう。



こども歴史文化館 外観

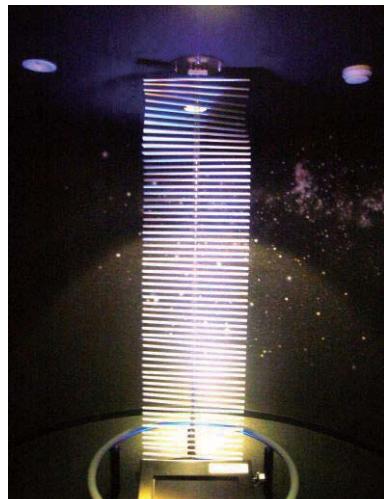


2階 先人のひろば



3階 南部陽一郎科学ワールド

右：素粒子のソリトン模型



3階 白川静漢字ワールド（甲骨文字模型）  
左：漢字ファンタジア

当館において、手づくり科学おもちゃ教室を毎月2回ずつ行っている。定員は子供20名（+保護者）、各回2度ずつ行っているので、毎月百人をかなり超える方が受講されている。教室の内容は、昔からの伝統的なおもちゃ、動くおもちゃ、空飛ぶおもちゃ、立体的構造をもつもの、マジック的なものなど、子供たちが内容を理解して、興味を抱けるようなものをと心がけている。また、身近な材料を用いているので、家庭においても簡単に作ることのできるものが多い。おかげさまで、リピーターの方も多いようである。この教室を通じて、科学に少しでも興味を感じてくれる子供たちが出てくることを望んでいる。

以下にこの教室用の展示物を写真にて紹介する。



展示概観



多面体など



これまでの教室の内容



科学教材など



資料など



体験コーナー

## 事務局からのニュースメール

本記事は形の科学会ニュースメールの内容抜粋です。 (問合せ : 事務局松浦執 shumats0@gmail.com)

2012年5月17日

先日会員の皆様に会費ご納入のご案内を郵便にて差し上げました。ところが、2012年3月30日および31日にご納入いただいた方のデータの更新ができていないことが判明しました。該当する会員は23名おられます。大変申しわけございません。該当の方にはあらためて修正したご案内をお送りしたいと思います。ご迷惑をおかけいたしますこと、こころよりお詫び申し上げます。

2012年4月20日

○2012-2013年度形の科学会運営委員候補者の信任投票のお願い

すでに郵便でご案内しておりますが、表記の信任投票をお願いいたします。本会では、信任投票を、郵便、fax、pdfのオンライン送信のいずれの方法によっても可能しております。

投票は2012年5月10日までにお願いいたします。

2012年4月1日

○ 第73回形の科学シンポジウム「サイバネティックスと形」

物理の散歩道（岩波書店、1963）でお馴染みのロゲルギスト（物理屋の中でも前々から応用、特に測定、制御に特別の興味をもっていた数人）が集まって、サイバネティックスの研究会をやろうとしてから60年余が経過しました。米国の数学者 Norbert Wiener (1894 - 1964) が提唱したサイバネティックスは生物と機械における通信・制御・情報処理を統一的に扱う学術体系です。サイバネティックスが純粹に情報的見地に立っているのに対し、ロゲルギストはエネルギー的考察という物理的見地を対等の立場で取り入れた体系を作り上げようとしたのです。そこで、本シンポジウムでは「形の科学」的な新たな切り口を導入し、社会のための科学技術のあり方を検討できる一助になればと考えております。

【会期】2012年6月15日(金), 16日(土), 17日(日)

【会場】福井大学文京キャンパス アカデミーホール

[http://www.u-fukui.ac.jp/cont\\_about/outline/campus.html](http://www.u-fukui.ac.jp/cont_about/outline/campus.html) 〒910-8507 福井県福井市文京3-9-1

[http://www.u-fukui.ac.jp/cont\\_about/outline/access.html](http://www.u-fukui.ac.jp/cont_about/outline/access.html) 【主催】形の科学会

【代表世話人】高田宗樹【問合せ先】代表世話人 高田宗樹 〒910-8507 福井県 福井市文京3-9-1 福井大学工学部知能システム工学科

Tel:0776-27-8795(内4824), Fax: 0776-27-8420

E-mail: takada@u-fukui.ac.jp 【参加費】会員・非会

員ともに一般 3000円、学生 1500円 【懇親会】 2012年6月16日(土) 夕方【懇親会費】 検討中

参加申し込み:形の科学シンポジウムは会員・非会員によらず講演申込、参加（聴講）ができます。当日参加も可能ですが、懇親会に参加される場合は必ず事前に申込みしてください。一般講演を聴講される場合は参加費を頂戴いたします。

【講演申込受付開始日】 2012年3月26日(月)

【講演申込締切日】 2012年4月30日(金)

【予稿原稿提出締切日】 2012年5月7日(金)

【参加申込締切日】 2012年6月11日(月)

講演申込: <http://katachi-jp.com/moushikomi-kouen>

予稿原稿: <http://katachi-jp.com/moushikomi-yokou>

参加申込: <http://katachi-jp.com/moushikomi-sanka>

2012年3月4日

○会員の方のご著書のご紹介。

安原盛彦「芭蕉発句を読み解く—その空間性と五感—」秋田魁新報社(2012/2) 場を経巡る中で作り出された芭蕉の句を、その空間性と五感性に視点を置いて読み解いて行く。

2012年2月23日

○形の科学会運営委員候補者募集中

重ねてのお知らせです。2012, 2013年度の形の科学会運営委員の候補者を募集しております。運営委員会はシンポジウム会場で年2回行われ、そのほかはメールベースで必要に応じて意見交換しています。学会運営上の実務的な作業を一部ではご担当いただいております。シンポジウムや研究会をお世話いただけるような場合、ぜひ運営委員としても加わっていただきたいと存じます。立候補及び他薦できる方: 形の科学会全会員。立候補及び他薦の受付期間: 2012年2月10日から2012年3月1日(木)まで

受付: 形の科学会事務局 松浦執 〒184-8501 東京都小金井市貫井北町4-1-1 東京学芸大学基礎自然科学講座 FAX:042-329-7541, email:shumats0@gmail.com  
自薦、他薦をご希望の方は上の受付(事務局)まで、email またはFAX、もしくは郵便にてご連絡ください。

○第74回形の科学シンポジウム(秋)の予告

第74回形の科学シンポジウム「機械と乗り物—その過去・現在・未来(仮題)」

日時: 2012年11月16日(金)~18日(日)

場所: 東京農工大学 〒184-8588 東京都小金井市中町2-24-16 世話人: 平山修、佐野理

連絡先 e-mail: hrym@cc.tuat.ac.jp

## ○新入会の皆様(敬称略)

井上 円加 岡山大学病院整形外科  
山岡 久俊 株式会社富士通研究所  
伊藤 光 東北大学大学院理学研究科地学専攻

## ○新入会の皆様のご紹介(敬称略)

このコーナーでは、交流の促進を目的として、新入会の皆様の「主要研究分野」(**A** と略記)と「形の興味」(**B** と略記)、もしくは、お寄せいただいたご自身によるプロフィール記事(**C** と略記)を掲載します。

井上 円加 岡山大学病院整形外科

**A:** 整形外科基礎分野、上肢先天奇形      **B:** 手の形成

山岡 久俊 株式会社富士通研究所

**A:** 実世界と情報世界の融合など、ICT に関する要素技術の研究開発

**B:** 自然界に現れる形。単純なルールによって生み出される形。数理的な構造、処理を可視化して得られる形。

伊藤 光 東北大学大学院理学研究科地学専攻

**A:** 古生物学、数理形態学      **B:** 化石生物の 3 次元モデルを用いた形態比較

## ○ ご逝去

森 肇 先生 名誉会員

2011 年 12 月 28 日にご逝去されました。森先生と形の科学会との関係は、形の科学会設立の 1985 年以前に遡ります。本会の起源のひとつである短期研究会「形の物理」が、1980 年に京都大学基礎物理学研究所で行われたとき、形の物理学の提案者のおひとりとなっていました。

## ○2012 年度第 2 回形の科学会運営委員会議事録

日時：2011 年 12 月 10 日（土）12:20～13:10

場所：鹿児島大学理学部 1 号館 〒890-8580 鹿児島市郡元 1 丁目 21 番 24 号

出席者（敬称略）：小川直久、高田宗樹、本多久夫、松浦康之、松岡篤、宮本潔、沼原利彦  
議題：

(1) 会員関係報告：2011 年 12 月 3 日現在 428 名。（昨年度 11 月 20 日現在 442 名）

(2) 2011 年度の活動。

・シンポジウム開催

第 71 回：千葉大学「形、模様、画像の時間変化の科学と応用」2011 年 6 月 17 日（金）～19 日（日）（司会者：植田毅。共催：千葉大学総合メディア基盤センター、および千葉市科学館）。

第 72 回：鹿児島大学「運動と形」2011 年 12 月 9 日（金）～11 日（日）（司会者：宮崎修次、秦浩起。9,10 日の招待講演は鹿児島大学理学部物理学科懇談会講演を兼ねる。11 日午後に高校生セッションを行う）。

・形の科学会誌第 26 卷 1～3 号の刊行。

・FORMA Vol.26 の刊行。

・2011 年度かたちショーレ：国民宿舎四万ゆずりは荘（〒377-0601 群馬県吾妻郡中之条町

四万 4345) (2012 年 3 月 3 日 (土) ~4 日 (日) <http://www.yuzurihasou.jp/>) で企画中。

世話人：根岸利一郎（埼玉工業大学）、高田宗樹、松浦康之（福井大学）。

### (3) 2012 年度活動計画

- ・ シンポジウム開催

第 73 回：「形とサイバネティックス（仮題）」福井大学 2012 年 6 月 15、16、17 日（世話人：平田隆幸、高田宗樹、松浦康之）。

第 74 回：検討中。（2012 年 2 月追記：「機械と乗り物—その過去・現在・未来（仮題）」東京農工大学 2012 年 11 月 16、17、18 日（世話人：平山修、佐野理））

- ・ 会誌第 27 卷 1~3 号の刊行。

- ・ FORMA Vol.27 の刊行。

- ・ 2012 年度「かたちショーレ」。ニセコ 2012 年 8 月下旬～9 月（世話人：小川直久）

### (4) その他

- ・ 形の科学会 HP を <http://katachi-jp.com/> に移行し、シンポジウム講演・参加登録などをサーバー上で行っている。
- ・ 日本地球惑星科学連合は公益社団法人に認定された。
- ・ 今年度は運営委員の改選を行う。
- ・ 学会賞の選考は、昨年度と同様に、4 月中には候補者を決定するスケジュールでおこなう。

### ○ 流れの画像データベースのご案内

FORMA を出版している Scipress の web サイト (Forma を掲載しているサイト) 上の次の URL に e-Library が公開されています。

<http://www.scipress.org/e-library/index.html>

この中の、"Flow Visualization" <http://www.scipress.org/e-library/fv/index.html> は流れを可視化した高解像度の貴重な画像です。ぜひ一度ご覧ください。

(本会告は形の科学会誌第 26 卷第 3 号に掲載の予定でしたが、掲載にもれてしまいましたので、第 27 卷第 1 号に掲載させていただきました (形の科学会事務局))

## ○新入会の皆様(敬称略)

荒川 逸人 野外科学株式会社  
須藤 賢治  
大森 聰一 放送大学教養学部 自然と環境コース  
茨木 洋介 フォッサマグナミュージアム  
小野田 智之  
小川 進 (復会) Prince of Songkla University

## ○新入会の皆様のご紹介(敬称略)

このコーナーでは、交流の促進を目的として、新入会の皆様の「主要研究分野」(Aと略記)と「形の興味」(Bと略記)、もしくは、お寄せいただいたご自身によるプロフィール記事(Cと略記)を掲載します。

荒川 逸人

A: 雪氷学 B: 積雪粒子の変態過程

須藤 賢治

A: 抽象芸術、言葉あそび、形あそび、論理あそび、折り紙。

B: トポロジー、3次元メビウス、向き付け可能のトーラスの証明問題、結び目理論の超弦理論との対応関係、生物の幾何構造と突然変異、宇宙の形、折り曲げる折紙、音の形。

大森 聰一

A: 地球惑星科学 B: 自然界のパターン、自然界のパラメータ変動が作るパターン

茨木 洋介

A: 地質学、古生物学(腕足類) B: 腕足類の殻形態の多様性

新潟県糸魚川市の地質系博物館「フォッサマグナミュージアム」および「青海自然史博物館」の学芸員、茨木洋介と申します。専門は地質学・古生物学で、主に古生代腕足類について研究しています。現在、新潟大学の大学院に、学位取得のため社会人として再入学しています。

形に関する興味としては、腕足類の殻の形態の多様性を挙げますが、より広い分野に触れてみたいと考えています。

糸魚川市は「ジオパーク」という取り組みをしており、ユネスコが支援する「世界ジオパーク」の一員になっています。現在日本では知名度があまり高くないジオパークですが、より多くの方に知ってもらいたいと思っています。

小野田 智之

A: 弦楽器製作、整体(身体の調整原理)、数学、音楽 B: ・楽器製作(ヴァイオリン、ヴィオラ、チェロなど)・東洋医学(断食レポートを含む)・フォノグラム(音の図形)をキーワードとした数学の研究  
フォノグラムとは「音の図形」という意味です。ストラディヴァリに代表されるヴァイオリンの名器、その製作法は未だ謎に包まれたままであります。現在のほとんどの制作者は、名器の正確なコピーを造るにとどまり、その秘密を探ろうとはしていません。実は、ヴァイオリンのあの美しい形は、音が決めた形だったような

のです。共鳴板の音を全面にわたってそろえると、自然とあの形になってしまいます。音がそろっていく過程がフォノグラム(音図)に現れます。また人間は、いわば動く楽器です。皮膚を叩けば音が出ます。皮膚上の音の分布をフォノグラムで調べます。すると、これが東洋医学にある経絡に一致するようになります。過去数年にわたり、多くの方のお体を診てまいりました。経絡理論の古典に黄帝大經「素問」というものがありますが、フォノグラムこそが経絡の実態であると確信するようになりました。また、フォノグラムを幾何学的に解析していくと、そこには非常に豊富な数学的構造が浮かび上がりました。(はじめに私が興味を持ったのはここでした。) 研究概要はブログで掲載しています。ブログ URL <http://majiqnico2keiraku.blog98.fc2.com/blog-entry-104.html>

小川 進

A: リモートセンシング, 水文学, 環境工学, 考古学

B: 形態の裏に潜む物理性や歴史を

探ること。

#### ○流れの画像データベースのご案内

FORMA を出版している Scipress の web サイト(Forma が掲載されているサイト)上の次の URL に e-Library が公開されています。

<http://www.scipress.org/e-library/index.html>

この中の、"Flow Visualization"

<http://www.scipress.org/e-library/fv/index.html>

は流れを可視化した高解像度の貴重な画像です。ぜひ一度ご覧ください。

#### ○平成 23 年度をもって御退会の皆様

澤 豪

奥村 昭雄

(有)木曾三岳奥村設計所

大南 正瑛

埼玉大学理工学研究科物質科学部門

根本 直人

兵庫教育大学大学院

寺島 幸生

中部大学応用生物学部応用生物化学科

宮島 佐介

北海道東海大学 芸術工学部

粉川 牧

独立行政法人理化学研究所

覚正 信徳

皮膚科アレルギー科 今山修平クリニック & ラボ

今山 修平

東海大学総合情報センター 情報処理研究教育施設

丸山 有紀子

山本 嘉吉

有限会社 数理科学基礎研究所

三浦 武男

専修大学 ネットワーク情報学部

青木 憲二

秋田県立大学・システム科学技術学部

安原 盛彦

元 九州大学 (ご逝去)

森 肇

元 明治大学 理工学部 機械工学科

長谷川 久夫

広島工業大学 工学部

原 肇

大阪大学大学院 工学研究科

宮坂 史和

九州沖縄農業研究センター 害虫管理システム研究室

浦野 知

東京大学大学院農学生命科学研究科

中山 裕之

明治大学 理工学部 機械情報工学科

円谷 和雄

## 形の科学会誌の原稿募集

本誌は、”かたち”に関連した研究を促進するため、high quality な論文の発表、及び、できるかぎり自由に意見を発表できかつ討論できる場を提供することを目的として、原稿を募集しています。

原著論文 (original paper)、解説論文 (review paper)、速報 (rapid communications)、討論 (commentary)、講座 (単発および連載)、エッセイ、交流、ニュースなどを掲載し、形の科学会の会員は本誌に投稿することができます。本誌に投稿された論文 (original paper, review paper) は、査読過程を経てから掲載することを原則とします。また、速報、討論、講座、エッセイ、交流、ニュースなどに関しては、より自由な発表場所を提供することを旨とし査読過程を経ずに掲載しますが、編集委員会で掲載が不適当であると判断された場合は、改訂を求めるここと、あるいは掲載をお断りすることがあります。

本誌の論文を論文中で引用される時は、日本語論文の場合は、形の科学会誌、**11**、(1997)、1-2. 欧文論文の場合は、Bulletin of Society for Science on Form, **11**, (1997), 1-2. というように引用してください。

本誌は、シンポジウムの予稿原稿も掲載しています。本誌のシンポジウム要旨を論文中で引用される時は、形の科学会誌、**12**、(1997)、1-2 (シンポジウム要旨)、欧文論文の場合は、 Bulletin of Society for Science on Form, **12**, (1997), 1-2 (Extended Abstract of 39th symposium). というように引用してください。

# 『形の科学会誌』論文投稿の案内

## 1 Editorial Board

編集委員長 (Chief Editor)	平田 隆幸
副編集委員長 (Sub-chief Editor)	清水 祐樹 (物理学・地球惑星科学)
編集委員 (Editor)	高木 隆司 (物理・美術) 渡辺 泰成 (数学・幾何学)
	種村 正美 (数学・幾何学)
	本多 久夫 (生物)
	鳥脇 純一郎 (工学)
	宮本 潔 (医学)

## 2 原稿投稿先

形の科学会誌への投稿論文 (original paper, review paper, 講義ノートなど) の宛て先は、編集委員長・副編集委員長・編集委員とする (宛先は下記参照)。

平田 隆幸 910-8507 福井市文京 3-9-1, 福井大学 工学部 知能システム工学科

Phone: 0776-27-8778, Fax: 0776-27-8420, Email: d970062@icpc00.icpc.fukui-u.ac.jp

清水 祐樹 480-1195 愛知県長久手市岩作雁又 1-1, 愛知医科大学 医学部 生理学講座

Phone: 0561-62-3311(内 2212), Fax: 0561-63-9809, Email: yuuki@aichi-med-u.ac.jp

高木 隆司 192-0371 八王子市南陽台 3-3-13

Phone: 042-675-0222, Fax: 042-675-0222, Email: jr.takaki@iris.ocn.ac.jp

渡辺 泰成 290-0171 市原市潤井戸字大谷 2289-23, 帝京平成大学 情報システム学科

Phone: 0436-74-5979, Fax: 0436-74-3659, Email: watanabe@cn.thu.ac.jp

種村 正美 233-0002 横浜市港南区上大岡西 3-5-3-307

Phone: 03-3446-1501, Fax: 03-3446-1695, Email: tanemura@ism.ac.jp

本多 久夫 675-0101 加古川市平岡町新在家 2301, 兵庫大学 健康科学部

Phone: 0794-24-0052, Fax: 0794-26-2365, Email: hihonda@hyogo-dai.ac.jp

鳥脇 純一郎 470-0393 豊田市貝津町床立 101, 中京大学 生命システム工学部 身体システム工学科

Phone: 0565-46-6633, Fax: 0565-46-1299, Email: jtoriwak@life.chukyo-u.ac.jp

宮本 潔 321-0207 栃木県下都賀郡壬生町北小林 880, 独協医科大学 総合研究施設

Phone: 0282-87-2271, Fax: 0282-86-5678, Email: miyamoto@dokkyomed.ac.jp

### 3 投稿論文の処理過程

- 1) 編集委員は、投稿論文を受け取った時点で、論文の種類・受付日を付加してオリジナル原稿1部を副編集委員長に送る。
- 2) 編集委員は、original paper, review paper に関しては、査読者1名を決めて依頼し、修正等の過程を経て受理決定をおこなう。受理原稿は、受理日をつけて副編集委員長に送る。
- 3) 編集委員が却下(reject)と判断した論文は、編集委員が、意義申立をする権利があることを付記して著者に返却する。再投稿された論文は、元の、あるいは新たな査読者に依頼し、同様に受理・却下を決定する。その結果として却下の場合は、編集委員は書類一切を編集委員長、および（必要な部分をコピーして）副編集委員長へ送る。編集委員長がその後の処理を決める。
- 4) 編集委員に送られた論文が、自分の専門分野外と判断された場合は、副編集委員長に論文を転送する。副編集委員長は、もっとも適当な編集委員に論文を転送する。（しかし、形の科学の広い立場から、なるべく査読を引き受けてください）
- 5) 査読を必要としないもの（エッセイ、交流等）に関しては、別に査読者を決めず、編集委員の判断で著者に修正を依頼したり、受理の決定をする。受理原稿は、副編集委員長に送る。なお、編集委員が、形の科学会誌の原稿として不適当であると判断した場合は、original paper, review paper の処理に準じて、編集委員長がその後の処理を決める。また、シンポジウム予稿原稿もこれに準じる。
- 6) 副編集委員長は、各号の内容の編集をおこなう。
- 7) 当面、受理原稿の掲載号は次のように決める。原稿が、次の形の科学シンポジウム開催日の1ヶ月前までに副編集委員長に届けば、会誌の次号に掲載する。なお、著者の特別な申し出がないかぎり、原稿の著作権は形の科学会に帰属するものとする。

### 原稿作成要領

オリジナル原稿、およびコピー原稿2部の計3部を投稿してください。写真製版可能な原稿のみを受け付けます。投稿された原稿はそのまま印刷されますので、以下の点に注意してください。

- 1) 上下左右それぞれ約2.5cmのマージンを残す。
- 2) 1頁40—45行程度、1行40字程度。原著論文、解説論文等は刷り上がり10頁、速報は刷り上がり4頁以内を原則とします。
- 3) 図や表は、本文中に張り込み、図の下に必ずキャプションを付けてください。
- 4) 最初の頁には、タイトル、氏名・所属（できれば電子メールアドレスも）・英文Keywords（5個以内）をお書きください。英文のタイトルおよび所属を併記してください。独立した英文のabstractをつけることを歓迎します。
- 5) タイトル、氏名・所属と本文の間（英文abstractがある場合は英文abstractの前）には、受付日と受理日を印刷するため、上下2.0cmのスペースを開けてください。
- 6) 引用文献は、本文の最後に「文献」という見出しとともに出現順に記してください。
- 7) ページ番号は印刷せず、原稿の右上に鉛筆で1から通し番号をつけてください。
- 8) 以上の作成要領と大きく異なる場合は、改訂をお願いすることができます。

# 入会案内

## 会員の特典

- 形の科学会員は、形の科学会誌および論文誌 FORMA の配布をうけ、それらに投稿することができます。  
(FORMAへの投稿は会員以外でもできます)
- シンポジウムの開催案内をうけ、講演の申し込みができます。
- 画像データベース等、情報の配布を受けることができます。
- 賛助会員については、正会員と同じ権利を持ち、かつ、賛助会員年会費を支払っていれば、その1年間は会誌に無料で広告を掲載できます。
- 団体会員は学会出版物を定期購読でき、シンポジウムの案内などの学会からの通知を受け取ることができます。団体の連絡担当者を1名決めていただきます。  
本会の刊行物の定期購読を希望する団体(企業、研究所、研究室、その他)は、団体会員として登録することを勧めます。

## 形の科学会への入会

- 入会資格は、形の科学的研究に興味を持つことです。
- 会員登録カードに必要事項を記入し、会長または事務局あてお送りください。(形の科学会誌に綴じ込んであります。必要な方は会長または事務局へご請求ください)
- 入会に際しては、下記の年会費をお支払いください。入金後、会員の登録をいたします。
- 賛助会員、団体会員についても、同様の入会手続き、ならびに会費の送金をしてください。
- 現住所、所属機関等、登録カードの記載事項に変更があった場合は、ただちに書面でご連絡下さい。
- 会員の個人情報は、会員の交流および研究を促進する活動のために事務局が連絡先として用います。

## 会費

- 正会員 8,000円/年
- 学生会員(学生およびそれに準ずる者) 4,000円/年(学生証のコピーを同封のこと)
- 賛助会員 38,000円/年
- 団体会員 10,000円/年

下記の口座に最寄りの郵便局からご送金ください。

- 口座番号: 00330-9-30953
- 加入者名: 形の科学会



会員登録一卡通		(記入: 年月日)
会員記号番号:	会員状態:	会費:
フリガナ:	生年月: 西暦 年 月	
氏名:	連絡先選択: <input type="checkbox"/> 勤務先 <input type="checkbox"/> 自宅 <input type="checkbox"/> 出張先	
勤務先:		
〒:	宛先:	
電話:		FAX:
E-mail:		
自宅 〒:	宛先:	
電話:		FAX:
主要活動分野 (20字以内):		
形関係の興味 (個条書き、各20字以内):		
備考: (出張先宛て先、etc.)		

## 第 74 回 形の科学シンポジウム 「機械・乗物の形－過去・現在・未来－」

(最新情報は <http://katachi-jp.com/> をご参照ください)

ダイムラーやベンツが初期のガソリン自動車を作ったのが 1885 年、ライト兄弟が初めて飛行機を飛ばしたのが 1903 年、チャベックが戯曲 RUR でロボットの造語を作ったのが 1921 年。それから概ね 1 世紀が経ち、これらの機械や乗り物はその機能を飛躍的に発展させるとともに、形も大きく進化させました。また、近年では、効率や機能の向上のみでなく、人間の感性への働きかけや環境への配慮といった面も重視されるようになりました。今回のシンポジウムでは、これらの機械や乗り物の形を取り上げ、過去と現在を俯瞰しながら、将来への展望へと思いを馳せたいと思います。

会場キャンパス内の博物館見学ツアーなども検討しております。

【会期】 2012 年 11 月 16 日(金), 17 日(土),  
18 日(日)

【会場】 東京農工大学小金井キャンパス  
〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16  
(車での入構はご遠慮ください)

【主催】 形の科学会

【世話人】

平山修 (代表世話人)、佐野理  
〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16  
東京農工大学工学研究院 tel&fax:  
042-388-7200 E-mail: [hrym@cc.tuat.ac.jp](mailto:hrym@cc.tuat.ac.jp)

【参加費】 会員・非会員ともに一般 3000 円、  
学生 1500 円。

【懇親会】 2012 年 11 月 17 日 (土) 夕方

【懇親会費】 検討中

【参加申し込み】 形の科学シンポジウムは会員・非会員によらず講演申込、参加（聴講）ができます。

【講演および参加申込先】

今回から、web サイトからの申込、および概要原稿送信となります。期日までに下記の web ページから申込してください。

【講演申込締切日】 2012 年 9 月 28 日 (金)

<http://katachi-jp.com/moushikomi-kouen>

【予稿原稿提出締切日】 2012 年 10 月 12 日 (金)

<http://katachi-jp.com/moushikomi-yokou>

【参加申込締切日】 2012 年 11 月 9 日 (金)

<http://katachi-jp.com/moushikomi-sanka>

・ 発表希望セッション（以下 1 ~ 5 から一つ選ぶ）

1. 機械・乗物の形：第 74 回シンポジウム  
メインテーマ

2. 形の科学一般：あらゆる分野での形にかかわる自由な内容の講演を受け付けております。

3. 形と知：分野を問わず、自由な形式での、哲学・人文・芸術・デザイン・教育・作品紹介などあらゆるタイプの活動のご紹介。

4. 展示：自由な形式の作品・研究発表ポスターなどの展示。展示作品をもちいた実演、販売も行えます。講演申込ページに展示物のサイズや内容をお示しください。展示スペースが確保できない場合はお断りすることがあります。

5. Forum：自由なテーマで、各自の研究領域の問題や成果、興味深い「かたち」に関する話題などをご紹介いただけます。分野を越えて興味を高め合う場にいたしますので、専門的な詳細の説明は最小限にとどめ、非専門家にも分かるような発表をお願いします。また、Forum 講演者には、シンポジウムに Forma 誌(カテゴリー : Forum)への 4 枚以内の投稿原稿をご持参いただきます。講演時間と討論時間を 10 分ずつ設ける予定です。

○ご講演はお一人一件までとします。

○発表時間は 25 分 (5 分程度の質疑応答を含む) を予定しています。