

目次

【論文】

クロオオアリの採餌行動における経路選択の実験

北村和宏, 石渡信吾, 平山修 192

【シンポジウム予稿】

第77回形の科学シンポジウム

「人を支える形」「世界結晶年」 206

第78回形の科学シンポジウム

「こころのかたち・こころのゆらぎ」 207

かたちシュレー 2015@熱海 プログラムと予稿 212

【会告】

第77回 形の科学シンポジウム

「人を支える形」「世界結晶年」討論記録 223

第78回 形の科学シンポジウム

「こころのかたち・こころのゆらぎ」討論記録 227

会告 234

事務局からのニュースメール 236

形の科学会誌の原稿募集 239

『形の科学会誌』論文投稿の案内 240

形の科学会入会案内 242

第79回 形の科学シンポジウム「生物に見られるねじれ構造」 244

クロオオアリの採餌行動における経路選択の実験

北村和宏¹, 石渡信吾², 平山修³

¹東京農工大学, 〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16

²横浜国立大学, 〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5

³法政大学, 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2

E-mail:50014643022@st.tuat.ac.jp

Experiment on route selection behavior of ant *Camponotus japonicus* in foraging activity

Kazuhiro Kitamura¹, Shingo Ishiwata², Osamu Hirayama¹

¹Tokyo University of Agriculture and Technology, Naka-cho

2-24-16, Koganei, Tokyo 184-8588, JAPAN

²Yokohama National University, Tokiwadai 79-5, Hodogaya-ku, Yokohama, Kanagawa

240-8501, JAPAN

³Hosei University, Kajino-cho 3-7-2, Koganei, Tokyo 184-8584, JAPAN

(2015年2月2日受付, 2015年2月26日受理)

Abstract: An experiment on the route selection behavior of ant *Camponotus japonicus* was conducted. The feeding spot and the entrance of the ant's colony were set at the both ends of the planar area surrounded by the acrylic case. All ants' routes recorded by a video camera system were analyzed. The converged routes formation was confirmed in two cases in a series of experiments. The trajectory and the temporal evolution of velocity of each ant were obtained. The frequency distribution of walking velocity was long tailed one and the average velocities of ants were not so affected by the converged route formation. The values of moving distance ratio depend on the converged route formation.

Keywords: *Camponotus japonicus*, Ants' route selection, Foraging behavior, Experiment, Walking velocity, Moving distance, Trajectory

1. はじめに

アリは体長が1 - 30mmほどの小型昆虫で人家の近くでもよく見られる身近な昆虫であり、人類が地球上に現れる1億年以上前からコロニーと呼ばれる社会生活を確立している。アリのコロニーは女王アリ、雄アリ、働きアリなどの階層に分かれ、それぞれが産卵、生殖、採餌、巣の構築、卵や幼虫の養育などの作業を分担している。アリは環境に対する適応度が高く、厳しい生活環境においても柔軟に対応できる。

アリ1個体が行う動作や個体間の情報伝達の方法は非常に単純であるにも関わらずその集合体が生み出す結果は複雑なものとなる。このような概念またはメカニズムを創発[1]と呼ぶ。アリはその情報伝達の手段としてフェロモンを利用していることが昆虫学者エドワード・O・ウィルソンによって証明されている[1]。アリの採餌行動において個々のアリはフェロモンを

置きながら移動する。後続のアリは先発のアリが残したフェロモンを追跡する。フェロモンは揮発性の物質であるため、コロニーから餌場までのルートが長いほどフェロモンが蒸散してルート上のフェロモン濃度が低下する。そのため短いルートほど後続のアリに選ばれやすく、最終的に最短ルートが形成される。ただし、フェロモンに対するアリの反応は一様ではなく個体ごとに異なると考えられている。このことは反応閾値という概念によって説明される[2]。反応閾値とは、外的な刺激に対して特定の行動を起こすかどうかを決定する基準値であり、この値が個体によって異なるため、ある仕事量に対してコロニーの中で必要な個体数のみが働くという効率的な環境を生み出している。経路形成においては、フェロモンに対する反応閾値が低い個体によって経路収束が引き起こされるが、フェロモンの蓄積量が増え経路が明瞭になるにつれ反応閾値の比較的高い個体も収束しつつある経路に引き込まれると考えられる。一方、反応閾値の高い個体は収束経路には引き込まれにくいですが、餌探しにおける新しいルートの発見に寄与していることが西森拓らの研究[3]によって証明された。

このようなアリの挙動に基づいて提案されたアントコロニー最適化(Ant Colony Optimization : ACO)と呼ばれる手法[4]は、近年では幅広い分野において新しいアイデアを生みつつある。ACOの適用例として、巡回セールスマン問題[5]やある種のアリが渋滞を発生させずに移動することから渋滞緩和への応用が期待されている[6,7]。

このようなアリの経路選択挙動を扱った研究は主として数値シミュレーションによって行われ、そのアルゴリズムの改良・拡張がなされてきた[3,5]。実際のアリの挙動を観察した例としては、クロオオアリを用いて巣と餌場間に格子状の複数の人工経路を設置して経路選択の収束性を調べた実験[8]や、餌場までの経路を直進性の異なる2つの経路に制限して経路選択の挙動を調べた実験[9]がある。クロオオアリはフェロモンだけでなく、地上のランドマークを目印にしたり、晴れた日は太陽光の偏光により方角を判断したり、様々なセンシング能力を発揮して探索行動を行い、その高い能力から行列に頼らず、単独あるいは少数グループで行動することが観察されている。クロオオアリはトビイロケアリやアミメアリのような目に見える行列を形成するわけではない。その意味で、クロオオアリを用いた実験で上述した経路選択挙動が観察されるかどうかは非常に興味深い問題であると考えられる。ただし、実験[8,9]の研究は人工経路を用いてアリの経路選択挙動を強制的に制限するものであり、自然のフィールドにおけるアリの経路選択挙動との関連はあまり高くないと考えられる。

そこで本研究ではより自然に近い状態でクロオオアリの経路選択挙動を調べるために、巣と餌場を結ぶ平面上の領域において自由な経路選択が可能な実験を行い、その結果を定量的に示すことを第一の目的とする。

一方、個々のアリの軌跡や速度変化の特徴、速度の頻度分布などを調べた研究がある[10]。本研究においてもこれらの調査を行い、集団行動における経路形成の有無との関連も明らかにする。これが本研究の第2の目的である。

2. 実験方法およびデータの解析方法

2.1 アリの種類と飼育

本研究で用いたアリはクロオオアリ(学名 : *Camponotus japonicus*)である。図1にその拡大写

真を示す。クロオオアリは採餌行動において単独性が高く、目に見えるような行列をつくらない。図 2 に実験室内で飼育しているクロオオアリの人工巣を示す。人工巣はポリエチレン樹脂の板 (350×205×15mm) に直径 40mm の穴を複数切り抜いて部屋とし、間を溝で結んだ構造である。上下からアクリル板で挟み、床には石膏を 2~3mm の厚みで流し込んでいる。巣の出入口には小部屋 (90×60×20mm) を設けた。これは外働きのアリのたまり場である。さらに餌場として後述するフィールドをチューブで連結した。日常は人工巣に布をかけてコロニー内に光が直接届かない状態で飼育している。働きアリの数は 500 匹程度である。アリには蜜系の餌として蜂蜜を水で薄めた蜂蜜水を、肉系の餌としてミルワームを与えている。蜜系の餌は成虫のアリの活動源であるが、幼虫を育てるためには蜜系の餌に加えて肉系の餌が不可欠である。巣内の水分補給には脱脂綿に水を含ませて与える。



図 1 クロオオアリ[11]提供：独立行政法人森林総合研究所

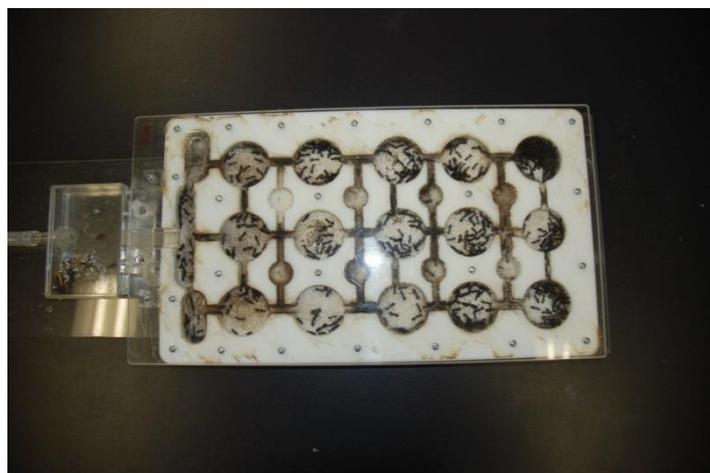


図 2 クロオオアリの人工巣

2.2 実験装置と方法

実験時は餌場のフィールドから実験用のフィールドに変える。実験装置はクロオオアリの人工巣、実験フィールド、連結チューブにより構成される。実験フィールドを図 3 に示す。実験フィールドはアクリル製で、フィールド底面は 240×240mm、四方は高さ 160 mm の板で囲まれている。実験フィールド容器の底面に隙間を設け、紙のシートが差し込めるようになっており、アリはこのシートの上を徘徊する。シートを実験ごとに交換することによって前実験のフェロモンの影響を無くすことができる。実験フィールドの真上 70 cm の位置にビデオカメラ HDR-SR8 (SONY 社製) を設置し、容器内のアリの動きを撮影する。この動画から画像解析ソフト DIPP-MACRO (ディテクト社製) によって 0.1 秒ごとのアリの位置を算出する。図 4 に示すように x, y 座標軸をとり、出入口を原点にとる。また出入口の反対側に餌を置く。フィールドの出入口付近と餌場付近では多数のアリが混在し、正確な座標データが得られないため、解析範囲を $-190 \leq y \leq -30$ の領域に限定した。アリがこの解析領域に進入した時点から解析領域外に出るまでの軌跡を記録した。

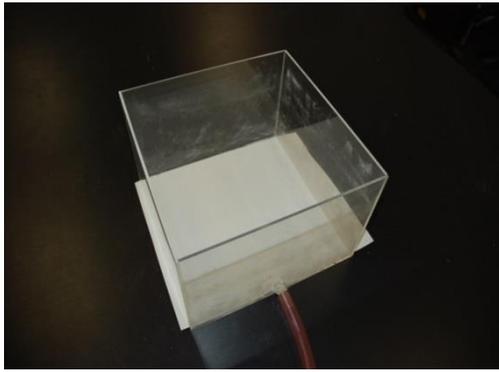


図3 実験フィールド容器

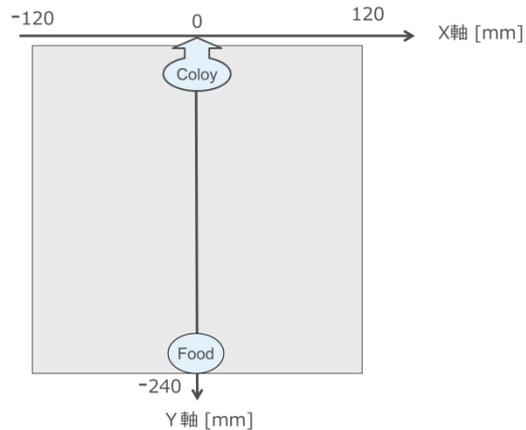


図4 解析に用いた座標軸

3. 実験結果

3.1 実験条件

実験は4回実施した。実験条件とその結果を表1にまとめる。観測したアリの中には、来た道を途中で引き返すアリも存在した。このため $y = -30$ または $y = -190$ のいずれかの境界線上の位置から解析領域に進入し反対側の境界線上に到達したアリを、“反対側へ渡ったアリ”とみなして解析を行った。アリの領域内の滞在時間は殆どの場合10秒程度であり、アリ同士が接触する頻度は低かった。以降、表1に示した実験番号に従って結果を説明する。

表1 実験条件および結果

実験番号	実験日	室温[°C]	実験時間 [min]	餌	観察されたアリの数	反対側へ渡ったアリの数
1	2013.7.31	31	40	蜂蜜	579	278
2	2013.9.22	29	60	生卵	150	77
3	2013.10.15	25	60	生卵	161	82
4	2013.10.25	21	60	蜂蜜	365	210

3.2 アリの軌跡の重ね合わせ図

反対側へ渡ったアリの軌跡を重ね合わせて図5に表示する。実験1, 2においては中央やや右寄りに餌場と出入口を結ぶ採餌経路の収束が確認できる(図5(a),(b))。実験3では軌跡はまばらで採餌経路は形成されず、両側の壁に沿って移動する傾向が見られる(図5(c))。実験4では中央に軌跡の密集した領域が観測されるが、経路の収束には至っていない(図5(d))。

実験1と実験2において、集団としての経路収束の傾向に寄与していると考えられる個体の経路を基に平均経路を算出することとし、それぞれ以下の経路条件を満たすアリを選び出し、それらの経路の平均をとって平均経路を算出した。

1. 解析領域 ($-190 \leq y \leq -30$) を反対側に渡りきる。
2. 軌跡を5 mm以上逆戻りしない。
3. (実験1) $-170 \leq y \leq -50$ において $x > 0$ の範囲を通る。
(実験2) $-170 \leq y \leq -50$ において $0 \leq x \leq 30$ の範囲を通る。

得られた平均経路を図 5(a),(b)に白い実線で示す．図 5 からクロオオアリにおいても採餌経路が形成されることが確認された．一方，収束経路をつくらない場合も観測された．

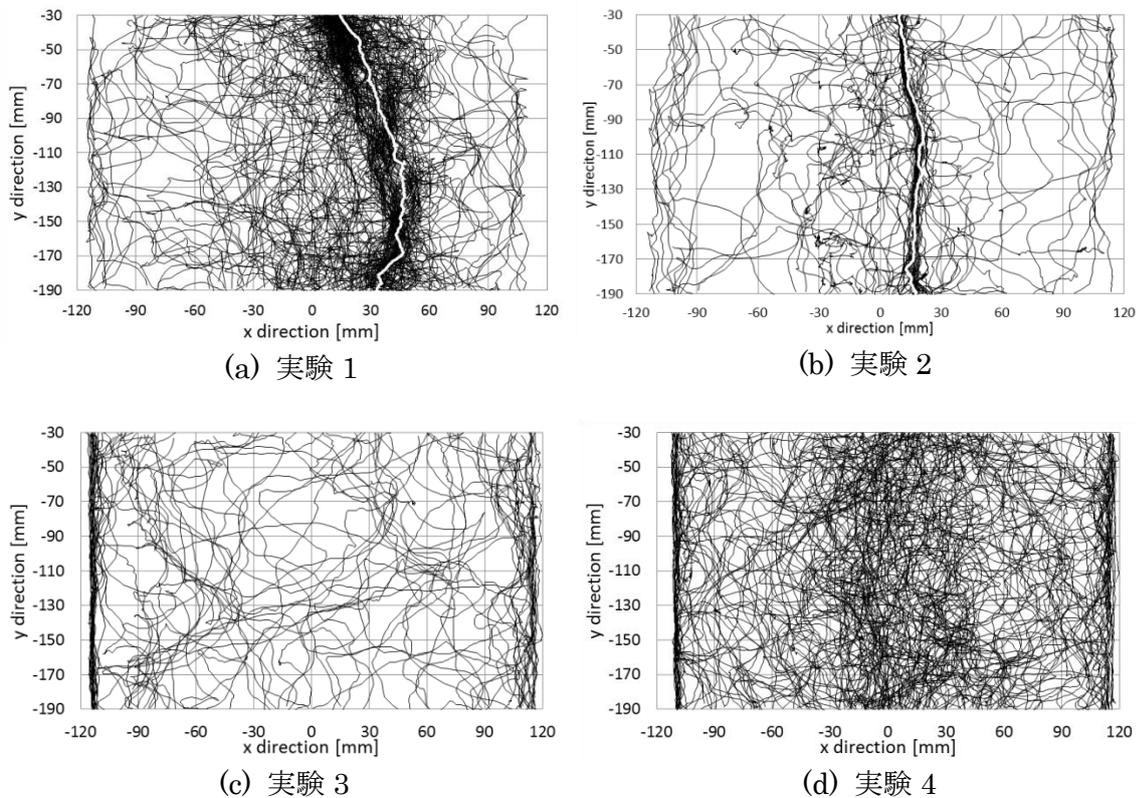


図 5 アリの軌跡の重ね合わせ

3.3 収束経路からの隔たり

3.2 節でアリの経路収束が確認された実験 1, 2 について，収束経路からの隔たり値 D [mm]を以下のようにして求めた．

解析領域 $-190 \leq y \leq -30$ における i 番目のアリの y 座標を N_i 等分して $y_j (j = 1, 2, \dots, N_i)$ と表す．平均経路の算出に用いた i 番目のアリの経路の y_j に対応する座標を $x_i(y_j)$ ，平均経路の y_j に対応する x 座標を $\bar{x}(y_j)$ とする．これらの量を用いて各 y_j に対する平均二乗誤差の平方根として“隔たり値 D_i ”を次のように定義する．概念図を図 6 に示す．

$$D_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{N_i} (x_i(y_j) - \bar{x}(y_j))^2}{N_i}} \quad (1)$$

実験 1 においては 257 匹のアリについて $D_i (i=1, 2, \dots, 257)$ を求めた．実験 1 について得られた 257 匹分の隔たり値をさらに時系列順に 11 匹ごとのグループに分けて，各グループの平均隔たり値を求めた．結果を図 7 に示す．図 7 で第 1 グループは平均隔たり値が 90 mm 以上

であるのに対し，第2グループ以降は平均隔たり値が20~30 mm程度になる．明らかにこの時点で経路が収束したことを示している．

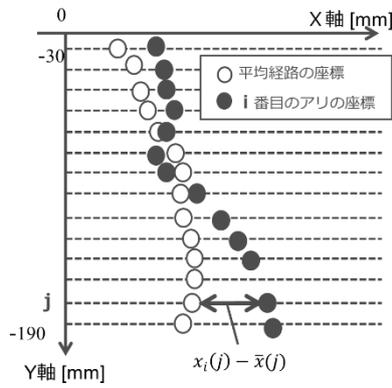


図6 隔たり値の概念図

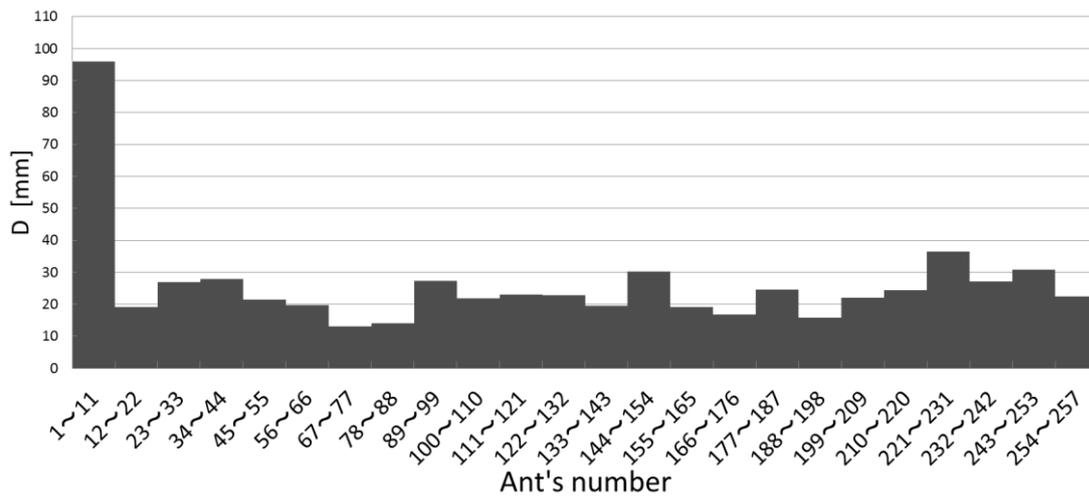


図7 実験1：平均隔たり値

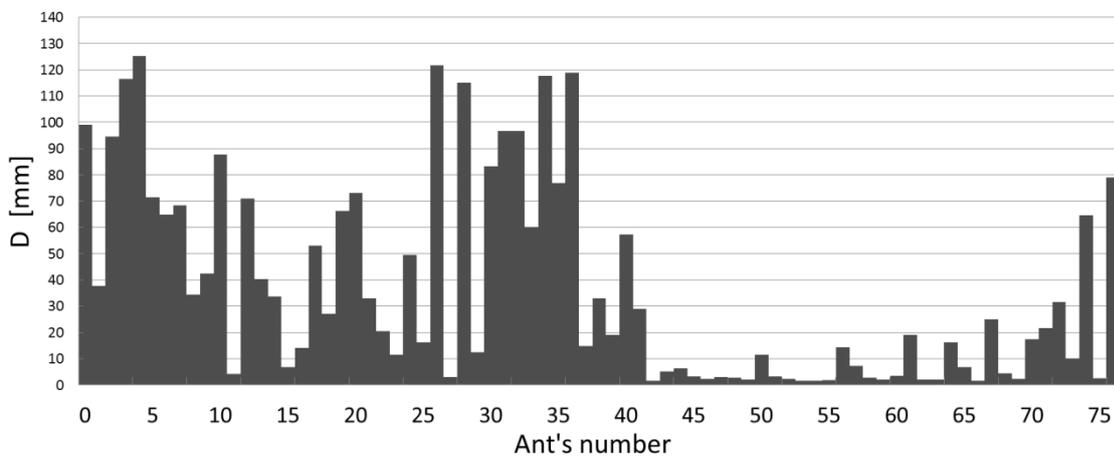


図8 実験2：隔たり値

実験 2 では 77 匹分のアリについて隔たり値 D_i を求め、グループ化せずに個々のアリの隔たり値を図 8 に示した。図 8 から 43 番目以降で D_i は顕著に減り、10mm 以下の値を取るものが増えてきている。この時点で経路が収束したと考えられる。

3.4 個々のアリの運動

個々のアリの軌跡の特徴を調べるために実験 1~4 から無作為に 1 匹ずつ選んだアリの軌跡とその位置座標 (x, y) および速度 \mathbf{v} の絶対値 v とその x 成分 v_x 、 y 成分 v_y の時間変化を 0.1 秒ごとに求め、図 9~12 にまとめる。図 9~12 のいずれの場合もアリは $y = -30$ の出入口側から解析領域に進入し、 $y = -190$ の餌場側に向かって移動している ($y-t$ 図参照)。図 10, 12 (実験 2, 4) の場合は比較的直線に近い軌跡をとっており、経路収束の見られなかった実験 4 でも餌場への経路を見出しているアリが存在することがわかる。図 9, 11 (実験 1, 3) では複雑な軌跡をとり、餌場とは離れた場所に達している。経路収束した実験 1 でもその経路を見いだせなかったアリが存在する。軌跡が鋭く折れ曲がる点ではアリの進行方向は大きく変化し、移動速度はほぼ 0 になることが確認された。また、進行方向の大きな変化は異なるアリとの接触によるものではないことを確認している。速度については、速度成分 v_x, v_y だけでなくその絶対値自体が複雑に変動し、0.2~0.5s 程度の小刻みな周期で加減速を繰り返しながら移動していることが分かる。これはアリがフェロモン探索や軌道修正を行いながら移動していることと関係していると考えられる。直線的な経路では平均速度は図 12 で 40mm/s、図 10 でも 30mm/s に達する。複雑な経路をとる図 9, 11 では平均速度は 20mm/s 程度であった。

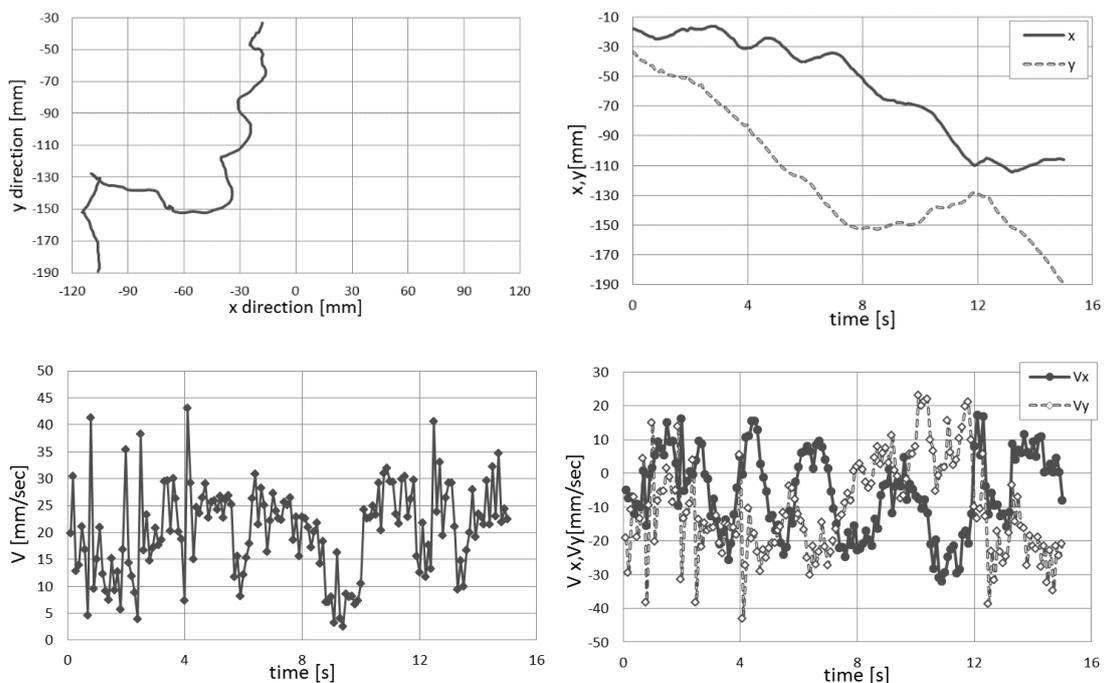


図 9 実験 1 : アリの軌跡とその位置座標 (x, y) 、速度 $\mathbf{v} = (v_x, v_y)$ の時間変化

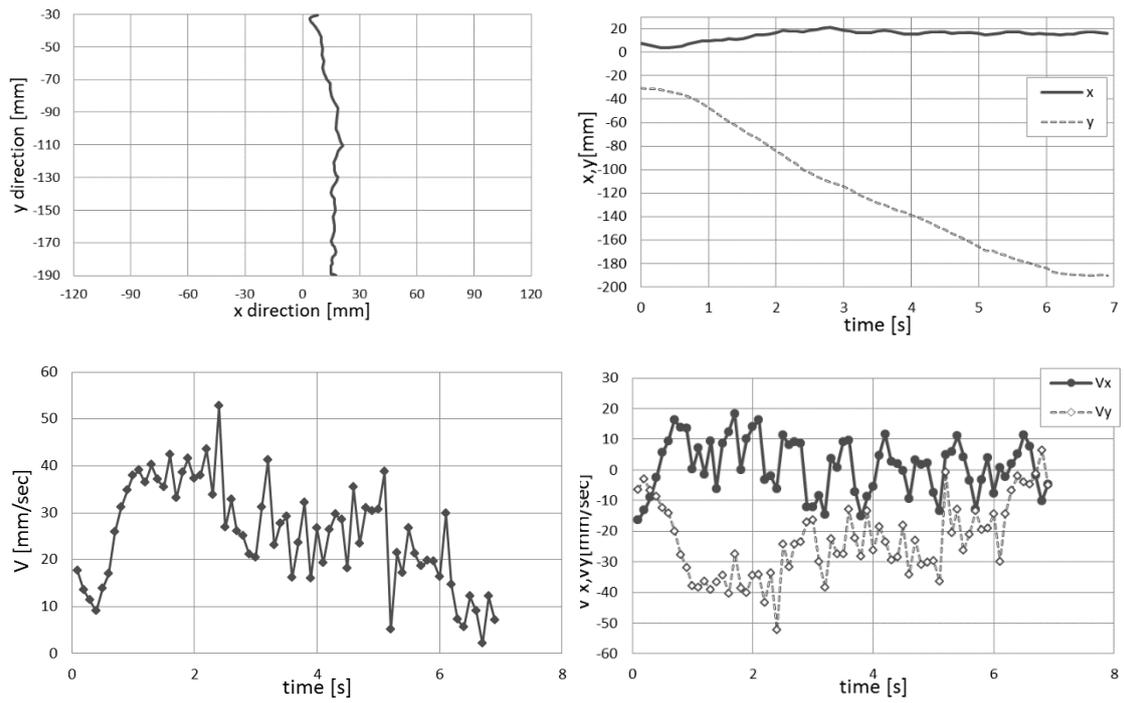


図 10 実験 2 : アリの軌跡とその位置座標(x, y), 速度 $V = (V_x, V_y)$ の時間変化

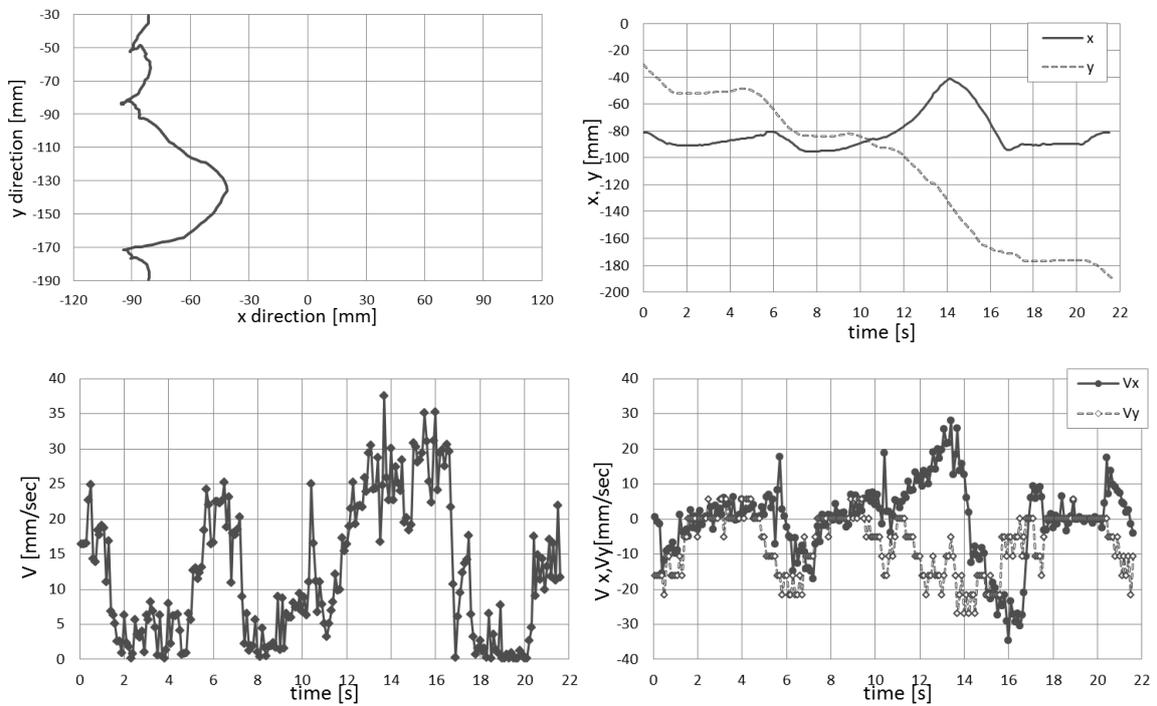


図 11 実験 3 : アリの軌跡とその位置座標(x, y), 速度 $v = (v_x, v_y)$ の時間変化

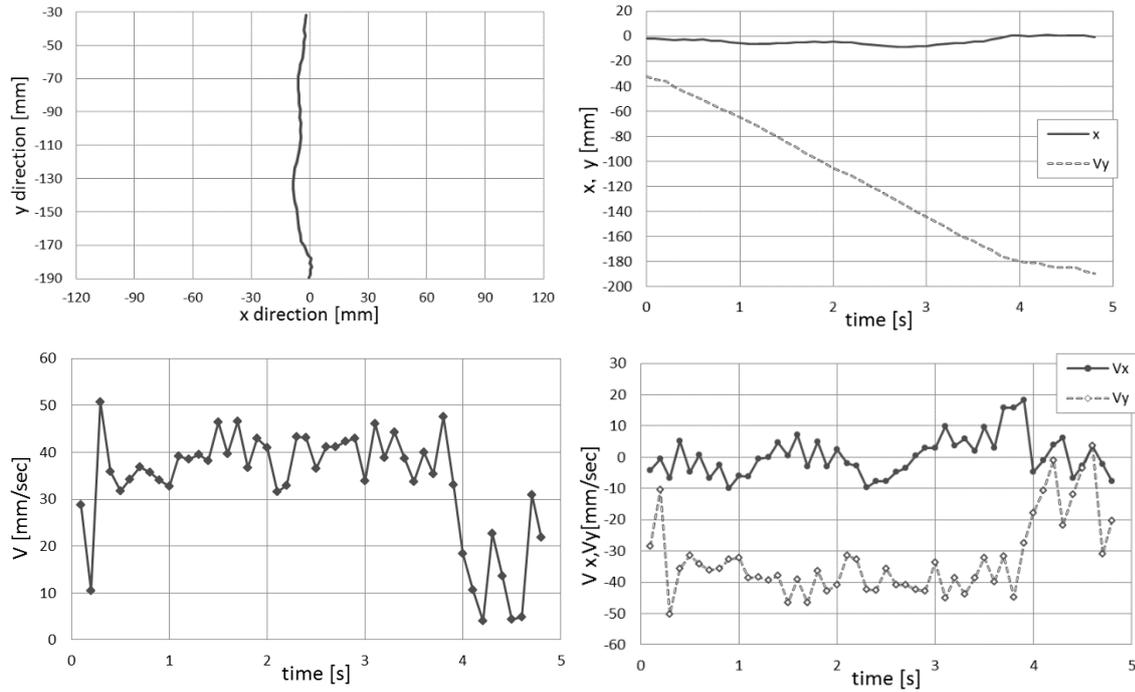


図 12 実験 4 : アリの軌跡とその位置座標(x, y), 速度 $V = (V_x, V_y)$ の時間変化

3.5 総距離—直線距離比

解析領域への進入点から反対側へ渡ったアリについて, 各アリが解析領域を移動した総距離 (各タイムステップ 0.1 秒間の直線距離の総和) を L_{tot} とし, 解析領域に進入した点と領域外に出た点との直線距離 L_{st} との比 L_r を総距離—直線距離比として式(2)で定義する.

$$L_r = \frac{L_{\text{tot}}}{L_{\text{st}}} \quad (2)$$

実験 1~4 における L_r の頻度分布を図 13 に示す. また, 各実験における L_r の平均値 \bar{L}_r と標準偏差 s を表 2 に示す.

図 13 から全ての実験において \bar{L}_r は 1.6 を下回ることがわかる. 収束経路が形成された実験 1, 2 の場合と収束経路が形成されなかった実験 3, 4 の場合とでは, L_r の頻度分布に明らかな違いは確認できなかった.

実験 2 で解析領域を渡りきった 77 匹のうち, 経路収束が始まった 43 番目のアリを境にその前後で L_r の頻度分布を求めた. 結果を図 14 に示す. 図 14 から L_r は 1~1.5 が最も多いことは (a), (b) に共通しているが, 経路収束が起こる前の (a) では $L_r > 2$ にも広く分布しているのに対し, (b) では殆どのアリが $L_r = 1.5$ に集中していることが分かる. すなわち, 経路収束が起こった後は, 長距離移動している個体数が減少することが分かる.

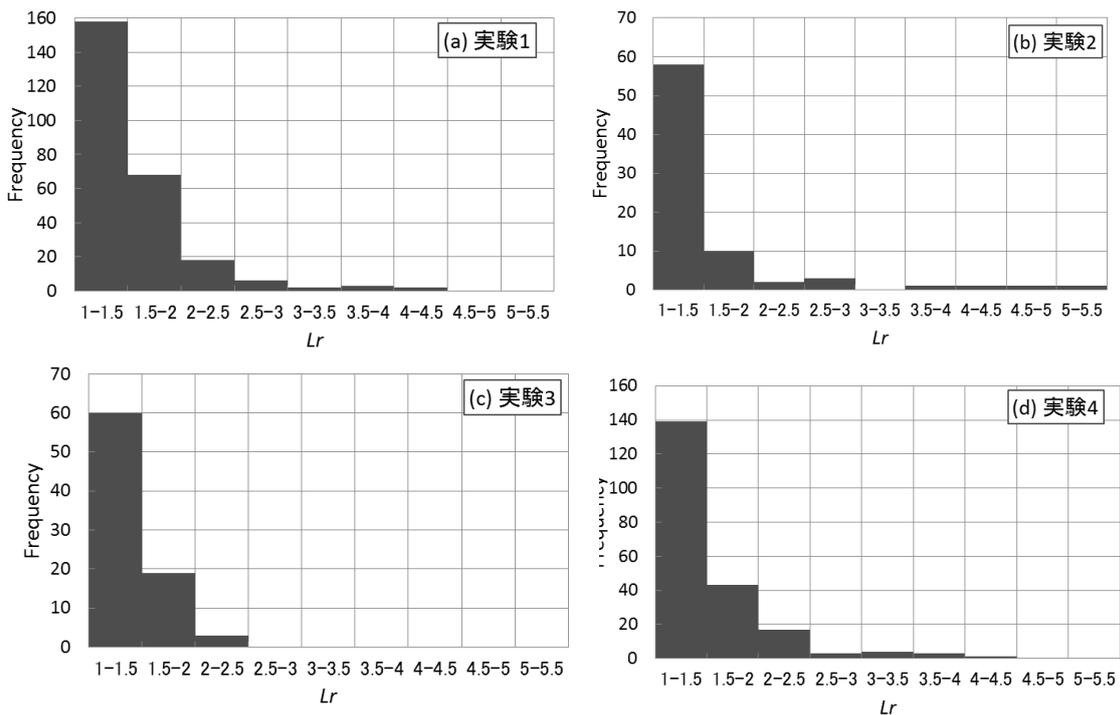


図 13 L_r の頻度分布

表 2 L_r の平均値と標準偏差

実験番号	1	2	3	4
\bar{L}_r	1.55	1.51	1.34	1.51
s	0.50	0.78	0.31	0.53

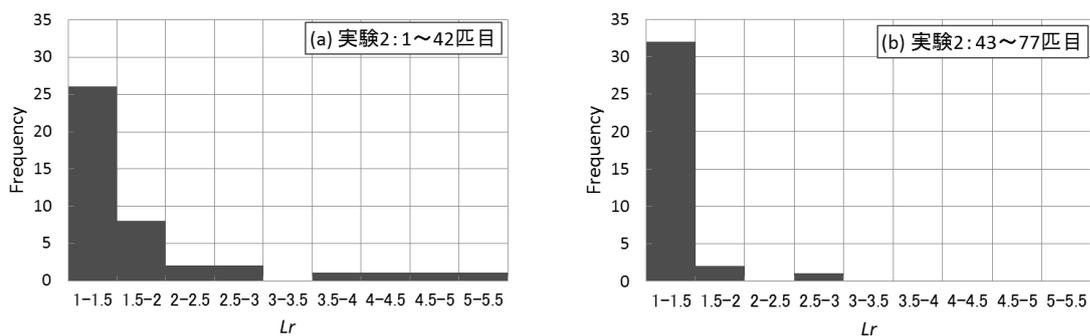


図 14 実験 2：経路収束前後の L_r の頻度分布

3.6 速度の頻度分布

解析領域に進入した全てのアリについて個々のアリが解析領域内にいた時間を T_{tot} とし、前節の L_{tot} を用いて平均速度 V_{av} を次式で定義する。

$$V_{\text{av}} = \frac{L_{\text{tot}}}{T_{\text{tot}}} \quad (3)$$

実験 1～4 における V_{av} の頻度分布を図 15 に示す。

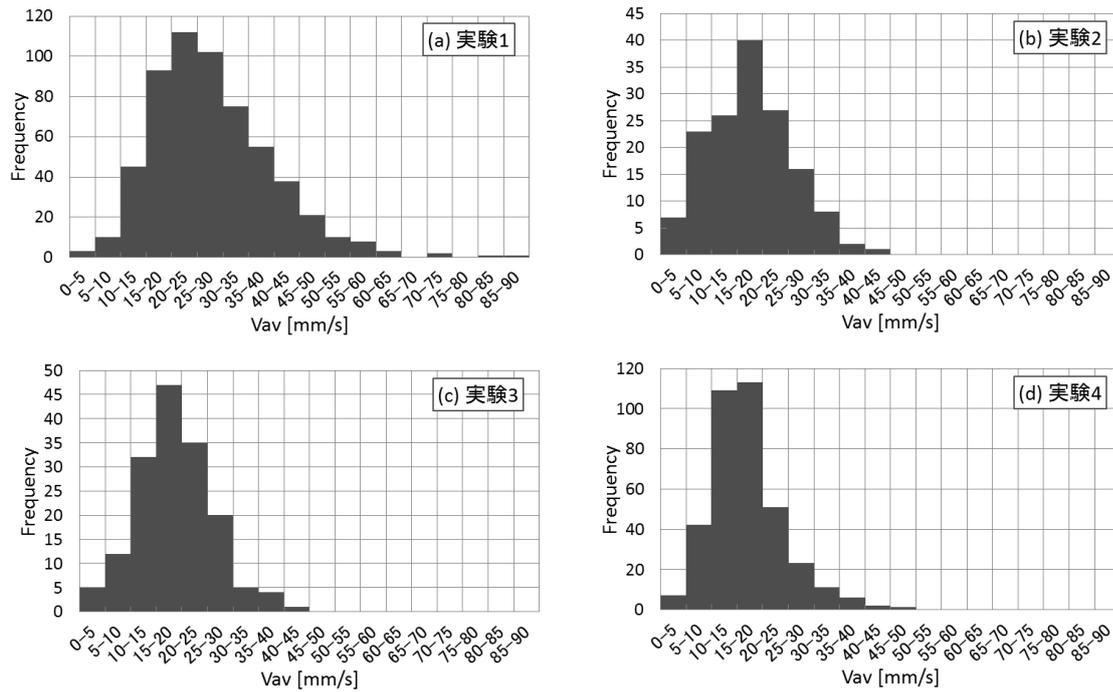


図 15 平均速度 V_{av} の頻度分布

実験 1～4 の全ての実験で釣鐘型の分布が得られた。ただし、分布の形は平均値の周りで左右対称ではなく右側に裾野を長く曳く形になっている。さらに各実験における V_{av} の平均値 $\overline{V_{\text{av}}}$ と標準偏差 σ および歪度 S_k 、尖度 K_u を求め、表 3 にまとめる。ここで、歪度と尖度はデータ数を n として次式で計算した。

$$S_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{\text{av},i} - \overline{V_{\text{av}}})^3}{\sigma^3} \quad (4)$$

$$K_u = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{\text{av},i} - \overline{V_{\text{av}}})^4}{\sigma^4} \quad (5)$$

表 3 速度分布の平均値, 標準偏差, 歪度, 尖度

実験番号	1	2	2	4
$\overline{V_{av}}$	27.9	17.8	18.6	16.8
σ	11.6	7.70	7.29	7.17
S_k	0.97	0.29	0.40	1.05
K_u	4.84	2.67	3.40	4.78

各実験の $\overline{V_{av}}$ を比較すると, 実験 1 の平均速度が特に大きな値を示していることから, 実験 1 ではアリ全体の活動が活発であったと考えられる. また, 全ての実験において $S_k > 0$ であることは速度分布が右側に裾野を曳く形となっていることと一致している. しかし速度分布の形状については, 実験 1, 2 の分布と実験 3, 4 の分布を比較して大きな違いは見られず, 経路収束の影響は確認できなかった.

次に実験 2 で観測された 150 匹全てのアリについて同様に平均速度の分布を経路収束の前後で比較した. 解析領域を渡りきったアリのうち, 経路収束が始まった 43 番目のアリは観測された全アリの 93 番目に相当する. 結果を図 16 に示す. (a)が収束前, (b) が収束後である.

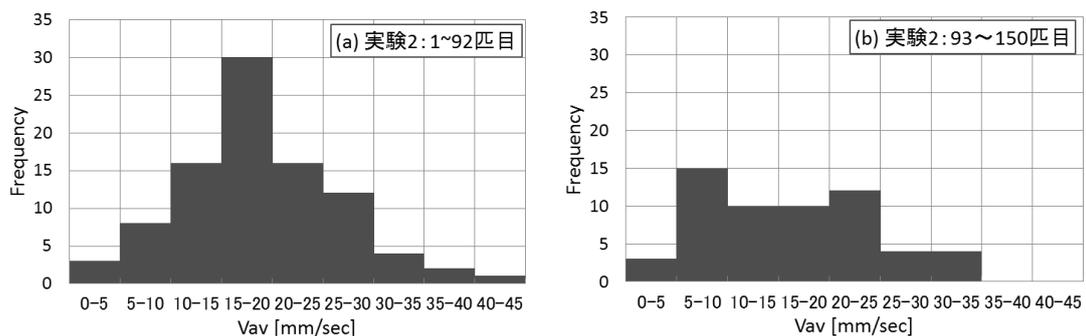


図 16 実験 2 : 経路収束前後の平均速度の頻度分布

図 16(a)では釣鐘型の分布を示しているのに対して, 図 16 (b)では平坦に近い分布が得られた. ただし, $\overline{V_{av}}$ は(a)では 17.9 mm/s, (b)では 17.8mm/s であり, 収束前後で値はほとんど変わらない.

4. 考察

実験 1,2 で経路収束が確認されたが, 実験 3,4 では確認されなかった理由について考察する. この原因はアリの活動量にあると考えられる. アリが採餌行動する主な目的は幼虫の養育である. 表 1 の実験日からわかるように, 実験 1 と 2 は夏場に実施した. しかし実験 3 と 4 は 10 月になってからの実験である. 10 月に入るとコロニーは新たに幼虫を育てるのを止め, 残りは卵のまま保存し, 冬眠の準備に入る. アリは冬眠中にほとんど養分を消費しないため,

夏場の蓄えが十分ならそれ以上採餌行動はとらない。そのため実験 3, 4 ではコロニーが餌を必要としていなかった可能性が考えられる。実際に実験 3 において餌場で採餌したと見られるアリは 10 匹程度であった。このことから経路収束が形成されなかった理由はコロニー全体の採餌行動が不活発であったためと考えられる。

次に、実験 1,2 と実験 3,4 とで L_r の頻度分布に大きな違いが見られなかった理由について考察する。この原因として次のことが考えられる。実験 1, 2 においては、多くのアリが収束経路付近の直線的な経路を移動している。一方、実験 3, 4 のアリは壁に沿って直線的に動く割合が実験 1, 2 より顕著であった。このような直線的な経路によって、実験 1, 2 の頻度分布と実験 3, 4 のそれに大きな違いが生じなかったと考えられる。

ただし、図 14 に示されるように、経路収束が起こった場合、その前後で L_r の平均値が減少し、頻度分布が大きく変化することが確認された。

さらに、3.6 節で述べた、平均速度の値および分布の形状について考察する。まず、平均速度の値および分布の形状について先行研究の結果と比較する。井口ら[10]によると、アリが巣から餌場へ向かう場合の平均速度は約 50 mm/s 程度とされているが、今回の結果は 17 - 27 mm/s 程度でかなり小さい。これは井口らの結果は屋外のフィールドで実験した場合であるのに対し、我々の結果は室内で狭い容器内で行った実験であることが影響していると考えられる。ちなみに我々の実験でも、3.4 節で示したように、収束経路を辿る場合は 30 - 40 mm/s の速度で動く。また、速度の頻度分布が平均値よりも右側に長い裾を引く傾向は井口らと共通していて興味深い。ただし、この分布が対数正規分布などのよく知られた分布と一致するかどうかは実験データからは確認できなかった。そのことを明らかにすることは今後の課題としたい。

また、図 15, 図 16 に示されるように、平均速度の値や速度分布の形状は、経路収束の有無や経路収束の前には依存しないと考えられる。このことは、経路収束が起こった後も、アリはフェロモンの有無を確認しながら経路収束が起こる前と同じような速度で移動していると考えられることで理解できる。

5. 結論

人工飼育のクロオオアリの集団に対して、平面上の実験フィールドを用いて採餌行動における経路収束の有無を調べた。ビデオ撮影した動画像から各個体の移動軌跡、移動距離、移動速度などを算出した。以下に結果をまとめる。

- (1) 行列を作らないとされるクロオオアリにおいても、4 回の実験中 2 回の実験について収束経路が形成されたことを確認した。
- (2) クロオオアリは 0.2~0.5s 程度の周期で加減速しながら移動している。
- (3) アリの平均速度の頻度分布は平均より右側に裾を引く分布である。
- (4) 総距離 - 直線距離比の頻度分布を求め、1.5 以下の頻度が高いことが分かった。
- (5) 経路収束の前後で、総距離 - 直線距離比の頻度分布は変化するが、速度の頻度分布の明確な変化は確認できなかった。

参考文献

- [1] スティーブン・ジョンソン, 創発, ソフトバンクパブリッシング株式会社, 2004.
- [2] 長谷川英祐, 働かないアリに意義がある, メディアファクトリー新書, 2011.
- [3] 中川寛之, 田尾知己, 西森拓, 蟻の化学走性と役割分化の模型, 数理科学研究所講究録 1305, 15-23, 2003.
- [4] M. Dorigo, “Optimization, Learning and Natural Algorithms”, Ph.D. Thesis, Politecnico di Milano, Italy, 1992.
- [5] 下村将, 杉本雅樹, 原口卓, 松下春奈, 西尾芳文, 敏感なアリと鈍いアリによるアントコロニー最適化, 電子情報通信学会技術研究報告. NC, ニューロコンピューティング, 110(82), 157-160, 2010.
- [6] Alexander John, Andreas Schadschneider, Debashish Chowdhury, Nishinari Katsuhiko, Trafficlike collective movement of ants on trails: absence of jammed phase, Phys. Rev. Lett., 102, 108001, 2009.
- [7] 西成活裕, 渋滞学, 新潮選書, 2006.
- [8] 菱澤隼也, 巣と餌場を結ぶ人工複数経路におけるアリの経路選択則, 東京農工大学工学部機械システム工学科卒業論文, 2011.
- [9] 洪鎮佑, 巣と餌場を結ぶ単純経路におけるアリの経路選択挙動の研究, 東京農工大学工学部機械システム工学科卒業論文, 2012.
- [10] 井口豊, 柴明, クロヤマアリの移動速度, 昆虫と自然, 23 (13), 24, 1988.
- [11] 独立行政法人森林総合研究所, 森林生物図鑑,
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/seibut/bcg/bcg00214.html>, 2015.2.27.

第77回 形の科学シンポジウム
サブテーマ：世界結晶年 招待講演

埼玉県立大学 2014.6.14. (土)

結晶・対称の魅力

金沢大学名誉教授 松本 崧生 (タケ)

九州石炭業財閥安川の私立、明治学園で戦時小学生を過ごした。当時父唯一は、明治工業専門学校教授で、家で「鉱物の色、結晶形態の美しさ」に触れていた。その後、戦後混乱期は熊本ですごし、大学、大学院で地学、鉱物学を選考するようになったのも、やはり父との太い絆によるだろう。東大、スイス、金沢大学、ドイツで多くの先生方、先輩、同僚、共同研究してきた後輩がたに感謝する。

私を虜にした鉱物、結晶、その奥に秘められた対称につき、その導入部をお伝えしたい。結晶学は、物理、化学、生物、地学、数学に関係するのみならず、応用的な部門、工学、薬学、さらに芸術、文様美学らにも関係し、基礎的学問である。

物質の状態には固体、液体、気体さらにプラズマ状態とあるのは衆知のことである。固体は液体気体に比べ、硬く、高密度で、結晶質、非晶質（ガラスも含む）である。今水惑星地球は、層状構造で。卵型。殻は地殻（表皮）、白身はマントル（岩石）、黄身は地核（地球の中心、高温高圧、Fe,Ni,外核（液体）、内核（固体））と想定されている。外核以外は固体、鉱物、結晶集合したものである。物質は外界の条件で転移変化をする。因みに炭素Cは地表で graphite, マントル深部で diamond. キンパーライト、パイプは、マントル物質が超高速で地表へでてきたもので、ダイアが不安定状態で助かることもある。

さて、科学にとって、「対称性、symmetry」は強力な道具である。ある操作で重ね合わせることができる性質が対称性である。正方形を対角線で折り返したり、対角線の交点を中心に90度回転すれば重なる。操作には、点対称、鏡に映す、回転する、並行移動する、などをさす。またこれらの組み合わせたものも操作である。右手と左手を考えてみよう。いくら動かしても重ならない。しかし、右手を鏡で映すと左手になる。点対称操作も右手を左手に映す。普通の回転操作と異なる。360/N 回転し、点対称する操作を、N 回回反操作といい、2 回回反は鏡、1 回回反は対称心、点対称である。偶数回連続した操作は、回転操作となる。

同じ鉱物結晶の、理想化した対応する面角は等しいこと「面角一定則」は、規則性の経験則の一つ。さらに、結晶外形の対称性は、 $N=1,2,3,4,6$ 回転と、 $N-1=1,2,3,4,6$ 回反と、その組み合わせに限られる。（結晶学的制約）。対称操作軸を一点を通るものは、3 2点群とよばれる。結晶には5回、7回以上の回転操作は存在しないとは、不思議で面白い。結晶のマイクロ構造に、並進対称性（3次元の繰り返し構造）があることによる。

結晶とは原子や分子が空間的に繰り返しパターンをもって配列している物質である。離散的な空間並進対称性をもつ物質である。繰り返し要素（単位胞）の数が十分大きければ（アボガドロ定数程度）結晶とみなせる。この並進対称性は、X線程度の波長の電磁波に対し、回折格子として働き、X線回折現象を起こす。ラウエの100年祭は、当にこの現象の発見による。今回は準結晶など省略し、結晶学基礎につき、話をすすめよう。

1. グラナダ、アルハンブラ宮殿、アラブ芸術。周期模様対称、反対称概念。

2. M.C.Escher(1898-1972) オランダ版画家。

父 G.A.Escher (1843-1939),1872-78 来日、三国竜翔小学校、堤防
1981..三国町郷土博物館の開館式に、G.A.の子孫たち来日。

3. 鍋島焼、皿 : 模様、対称性

結晶、対称 の魅力

「科学は、振動しながら真理へ限りなく近づく。」

「不明の一事が解決すれば、必ずそれ以上の新たな問題が生ずる。」

佐賀県立致遠館高等学校

中澤悠樹 中島靖幸 田中陽朔
中山雄斗 丸内あみる 森崎仁紀

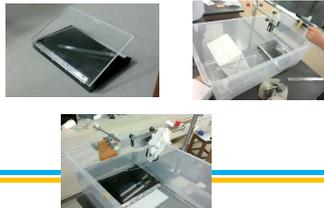
船の安定化には何が必要か

実験の動機

以前、韓国で客船セウォル号が沈没して、船の安全性が重視されてきている。そこで、どの形の船が最も安全かを調べる実験を行った。

実験道具

- ・For.C(コ口付き収納BOX)
- ・発泡スチロール製の船
- ・波動装置(自作)
- ・重り(1.0kg×2)
- ・撮影用カメラ(Xacti)



実験方法

- 1:波が静まっているかどうかを確認する。
- 2:波動装置を使って波を発生させ、その波で船体を揺らす。
- 3:振動中に、船に描かれた船の重心を通る垂線がどれだけ傾いたかをXactiで記録する。
- 4:記録されたムービーから船がどれだけ傾いたかをビデオカメラのコマ送り機能で計測する。
- 5:1から4を繰り返す。

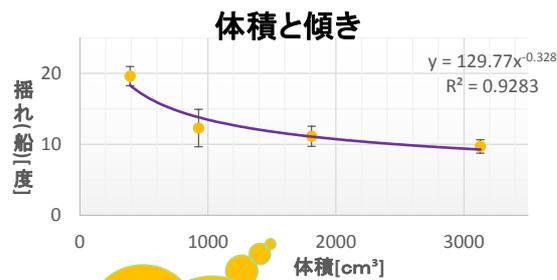


変えた条件

- 実験① 船の体積(質量)
- 実験② 船の底の形

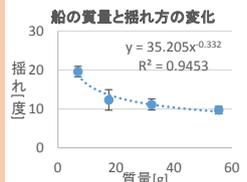
実験結果

実験① 「船の体積との関係」



体積が大きくなるほど、船は傾きが10°付近で安定するようになった。

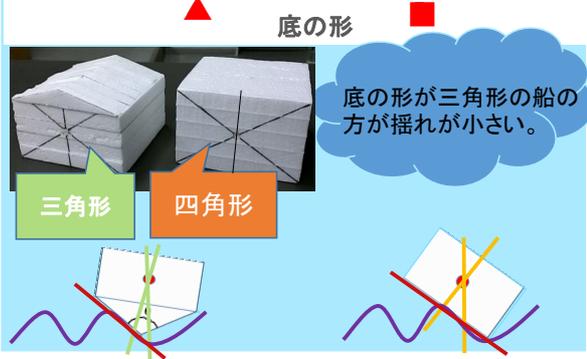
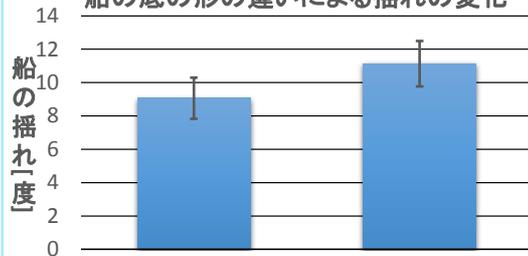
つまり、船を浮かべようとしたときに沈まなければ、体積を増やせば増やすほど、船は揺れにくくなる。



つまり、密度が一定なので、船を浮かべようとしたときに沈まなければ、質量を増やせば増やすほど、船は揺れにくくなる。

実験② 「船の底の形との関係」

船の底の形の違いによる揺れの変化



考察

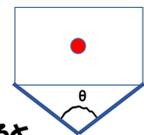
実験①の考察

船は、体積(質量)が大きい船と小さい船を同じ角度まで傾かせるとすると、体積(質量)が大きい船の方がより多くの力を必要とする。故に、この実験では同じ力で波をおこして船を揺らしたので、体積(質量)が大きい船の方が揺れが小さくなったと考えられる。

実験②の考察

船の底を波が作る波形の任意の点における接線とするとその接線の傾きが船の底の傾きとなることから、(1)底の形が四角形の場合、底の傾きがそのまま船自体の傾きになる。(2)底の形が三角形の場合、底の傾きは三角形の辺の傾きによる。

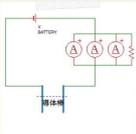
と予想される。底の形が三角形の方が揺れが小さくなるということから、底の形が三角形の図の青線の成す角θが小さくなるほど船自体の揺れが小さくなる、すなわち、**図のθが小さくなるほど揺れが小さくなるのではないかと考えた。**以上のことより、今回の実験で分かった船の安定に必要な条件は**実験①より船は沈まない程度に体積、または、質量が大きい方が安定する傾向があること。**そして、**実験②より船の底は、平らなものよりも出っ張りがある方が安定する傾向があることである。**

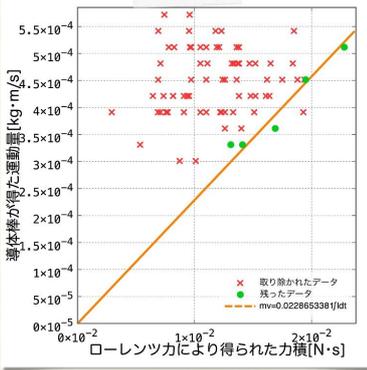


電流の流れる導体の磁場中での運動

佐賀県立致遠館高等学校 江島廉 坂口友哉 酒見真也 葛蒲健介 濱江勇希

動機	実験の内容
フレミングの左手の法則について興味をもったため、電流の流れる導体の磁場中での運動を調べようと思った	実験1 ローレンツ力による力積と導体棒の運動量との関係調べ 実験2 導体に水溶液を用い、自由電子の代わりにイオンを用いた場合の導体の運動を調べる

実験1の手順	実験1での工夫
<ol style="list-style-type: none"> ステンシルの間にネオジム磁石を敷き詰める スリット間に電圧をかけ、電流を流すことで炭素棒を動かす 電流と速度を計測する <p>電流…イーゼンセンスをもちいてコンピューターで計測する 速度…ピースピをもちいて、78mmだけ運動した地点の速度を測る</p>	<p>電流計を並列に3つ接続し、さらに別の導線と並列に配置することで、大きな電流を測定する工夫を行った</p> 

実験1の仮説	実験1の結果と考察
<p>電流値が時間によって変化しているの、力の大きさも時間によって変動し、加速度が求まらなかった。そのため、F-tグラフで囲まれた面積は力積に等しいことを利用し、測定した電流を元に以下の式を用いてローレンツ力による力積と導体棒の運動量とを比較することにした。</p> $mv - 0 = \int F dt = Bl \int Idt$ <p>すると、式からも分かる通り、ローレンツ力による力積と導体棒の運動量は比例の関係になると推測できる。</p>	<p>測定されたデータはバラバラだった 考えられる原因…</p> <ul style="list-style-type: none"> 電流のデータがばらばら グラフのある時間における増減の関係が逆であるデータがあった <p>正確に計測されていないデータがある なぜ電流がバラバラだったのか? →導体棒が動く際に火花が散っていたため増減の関係が逆である理由 →イーゼンセンスが電流を測定する際にタイムラグがあったから</p> <p>データの取捨選択を行う 選ぶデータの条件</p> <ul style="list-style-type: none"> イーゼンセンスで測定された3つのI-tグラフの増減の関係が同じデータ <p style="text-align: center;">↓</p> <p>右のグラフの緑の点のようになり、オレンジの点線のような比例のグラフとなった</p> 

実験2の手順	実験2の考察
<p>実験1のグラフアイトの代わりに、右図のような導体棒のなかに、塩化銅(II)水溶液を入れ実験した</p> 	<p>塩化物イオンと銅(II)イオンの速度v(t),u(t)をtについて積分すると</p> $\int v(t)dt = \int u(t)dt = L$ <p>ここで、$f = qvB$より $I_1 = eB \int v(t)dt = eBL, I_2 = 2eB \int u(t)dt = 2eBL$</p>

実験2の仮説	実験2の結果
<p>電気分解が完了するまでの間アンペールの法則による力で導体棒は動き、各イオンの加速度の差から力のモーメントが発生して進路が曲がる</p>	<p>よって、導体棒が受けた力積Iは</p> $I = 2nUN_A eBL + nUN_A 2eBL = 4nUN_A eBL = 4nUFBL$ <p>すると、速度Vは</p> $V = \frac{I}{M} = \frac{4nUFBL}{M} \quad (\because MV - M \cdot 0 = I)$

実験2の結果	実験2の結果
<p>導体棒は進まず、回転もしなかった</p>	<p>この式に実際の数を代入すると $V = 6.7991 \times 10^{-7} [m/s]$であった。 全てのイオンがただ移動するまでに導体棒は速さVまで加速する。</p>

触媒とエステル生成量の関係

佐賀県立致遠館高校 理数科 2年 杉谷良太 原田純季 山田伸之

1. 研究動機

1年生の時のSSI化学のエステル化反応の授業で触媒は濃硫酸を使うと習ったものの、化学図録にエステル化反応の触媒は水素イオンに関係があると書かれていたから。

2. 仮説

教科書にもエステル化反応の触媒には濃硫酸を使うと書かれていることと、自分のイメージで、濃硫酸は強酸というのがあったので濃硫酸が一番多く生成できると仮説を立てました。

3. 実験方法

酢酸とペンタノールをそれぞれ7.5g、11gずつ測りとり、触媒を5.0mlとする。酢酸、ペンタノール、触媒を、100mlビーカーに入れ、ホットスターラーで500回転/分、40℃で、10分間混ぜる。反応させたビーカーにラップをかけて、1週間ドラフトに入れておき、その後計測しました。これらの実験を各触媒5回ずつしました。

触媒の種類

濃硫酸 濃硝酸 希硝酸 塩酸 水酸化ナトリウム
蒸留水

4. 実験結果①



ペンタノール+硫酸

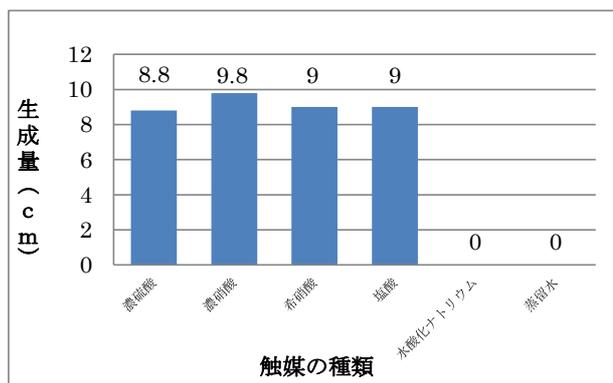


酢酸+硫酸

最初にためしで硫酸を5mlで実験を行ったところ、ホットスターラーで反応させたのと同時に、ビーカー内が茶色になった。そのため、どちらが茶色になった原因かということ調べてみると、ペンタノールの方が茶色になった。この茶色になった原因は、硫酸の脱水作用による炭化ではないかと推測しました。

5. 実験結果②

実験結果①の結果を受けて、触媒の量を約4分の1の1.3mlにして実験を行いました。



この結果より仮説として立てていた、濃硫酸が一番多くできるという結果ではなく濃硝酸が一番多く生成されることが確認できた。これは濃硫酸よりも濃硝酸の方が電離度が1に近いので強い酸であることが原因ではないかと思いました。

6. 考察

実験①では5mlの硫酸を使ったので、ペンタノールが炭化され茶色になった。

硫酸を触媒として用いるよりも、濃硝酸を用いたほうが、多くの酢酸ペンチルを生成できる。

水素イオンに依存するというだけあって塩基性触媒、蒸留水を使った実験では生成を確認できなかった。

7. 今後の課題

教科書にエステル化反応の触媒には濃硫酸を使うと書かれていることには何らかの理由があると思われるので各触媒における、エステル生成の反応速度などいろいろな面から、理由を探っていきたいと思う。

また、実験①の5mlの硫酸を入れた時は、炭化したものの、実験②の1.3mlでは炭化しなかったため、炭化するのに必要な最低限の硫酸の量を研究したいと思う。

Allelopathy

佐賀県立致遠館高等学校 森 皓平 清水利吹 小宮 淑 平原雅史 松林陽太

アレロパシーとは？

植物の根などから出る物質が他の植物の成長を阻害させたり、逆に促進させたりする現象のこと。



実験内容

学校の敷地から採ってきたセイタカアワダチソウやサクラなどの根からアレロパシー物質を抽出。

溶液の濃度を変え、レタスの種子に与え、その発芽率や根の長さを計測し、成長の阻害を調べる。実験は全部で3回行った。

目的

アレロパシー物質の抽出方法とその効果を調べる。



左からセイタカアワダチソウ、ヒメムカシヨモギ、サクラ

材料

- ・90mm シャーレ ・乳鉢 ・乳棒 ・こまごめペット ・200mm ビーカー ・レタスの種
- ・寒天 ・ろ紙 ・エタノール ・アセトン ・植物の根

実験方法と結果

・1回目の方法

セイタカアワダチソウ、ヒメムカシヨモギ、サクラの根を乳鉢と乳棒ですりつぶし、エタノールを加え、湯せんしてエタノールを飛ばしてアレロパシー物質を抽出した。その後、シャーレに寒天培地を作り、抽出液の濃度を変えて培地に広げ、レタスの種を20粒まいた。

そして、20℃の恒温器にシャーレを入れ、1週間後の発芽した根の長さを観察した。

・結果

濃度(%)	セイタカ	ヒメムカシ	サクラ
0	7.42	7.42	7.42
25	3.93	5.625	4.075
50	3.56	3.19	4.475
100	1.085	3.0	試料不足

100%の方が平均の長さがわずかに短く、アレロパシー物質による阻害が見られたように思われる。しかしエタノールにより発芽や成長が阻害されることがある。

・2回目の方法

セイタカアワダチソウとサクラの根をすりつぶした後、エタノールと、より蒸発しやすいアセトンを使って抽出液を作った。エタノール抽出液でシャーレに敷いたろ紙を濡らし、抽出液が乾いた後、量を変えてシャーレに水を入れた。アセトン抽出液は濃度を変えて寒天培地に広げた。

20粒ずつレタスの種をまき、20℃の恒温器にシャーレを入れ、芽の長さについて調べた。

結果

エタノールの実験

根の長さに明らかな変化が見られなかったため、データを取っていません。

アセトンの実験

濃度(%)	セイタカ	サクラ
0	7.42	7.42
25	7.29	7.1
50	6.775	6.653
100	7.18	6.4

この実験より、濃度の変化による根の長さの変化が見られなかった。

エタノールの実験が失敗した理由の一つが、恒温器に入れたシャーレ内の水が蒸発してしまい、レタスがうまく発芽できなかったことだと考えられる。

そこで、3回目の実験では、シャーレ内の水の量を増やすことにした。

・3回目の方法

サクラとセイタカアワダチソウを前回同様アセトンで抽出。

サクラ抽出液はろ紙を濡らして乾いた後、多めの水を入れて実験する。

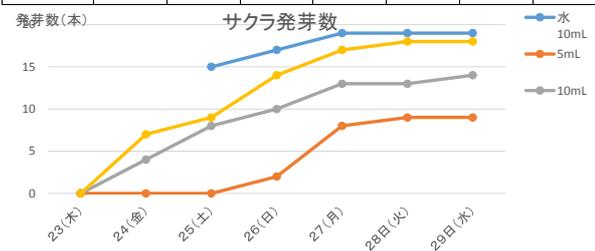
セイタカアワダチソウ抽出液はピーカー

に寒天培地を作り、濃度を変えて実験した。レタスの種は10粒まいた。

今回の実験は毎日の発芽数を記録した。

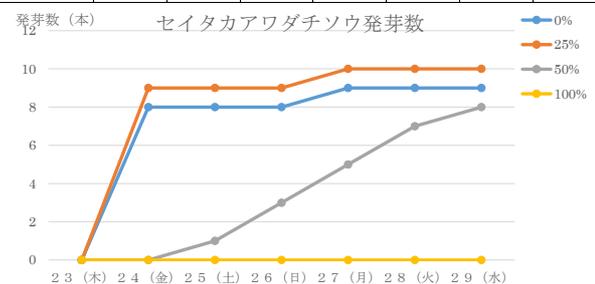
・結果 サクラ

水量(mL)	23(木)	24(金)	25(土)	26(日)	27(月)	28(火)	29(水)
10(水)	0	-	15	17	19	19	19
5	0	0	0	2	8	9	9
10	0	4	8	10	13	13	14
15	0	7	9	14	17	18	18



セイタカアワダチソウ

濃度(%)	23(木)	24(金)	25(土)	26(日)	27(月)	28(火)	29(水)
0	0	8	8	8	9	9	9
25	0	9	9	9	10	10	10
50	0	0	1	3	5	7	8
100	0	0	0	0	0	0	0



考察

3回目の実験は両方とも成功した。しかし、セイタカの方はアセトンを十分に蒸発させていなかった可能性があるため正確とは言えないと思われる。

今回アレロパシー抽出の実験をしてみて、成功までとても苦労した。ほかにも様々な方法で実験した。例えば植物の根を1週間水に漬けたあとの液で調べたり、抽出液の上澄み液で調べたりしたが、いずれも失敗した。

今後の課題

- ・エタノールやアセトンだけでなくほかの有機溶媒を使ってみる
- ・アレロパシー物質は発芽と成長のどちらに影響を及ぼすか調べる
- ・ほかの植物の根を使う
- ・セイタカアワダチソウの成長期と成長後での効果の違いを調べる
- ・植物の観察を毎日行い、微妙な変化を調べる

参考文献 参考 URL

- ・大阪府立泉北高校 SSH 課題研究発表会 レジュメ集 school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H22ssh/sc2/21047.pdf
- ・アレロパシーの効果に関する実験 www.rinya.maff.go.jp/j/kokuyu_rinya/.../pdf/00446_4_h14_002.pdf

ハノイの塔

佐賀県立致遠館高等学校 久保諒太 石動丸靖迪 安武郁也 池田尚輝 梅崎一彰

I. 研究動機

ハノイの塔をしていて柱が 3 本の時、円盤の数と移動するのにかかった手数に関係がある事に気付いた。そこで「柱が 4 本の時はどうなるのか?」と疑問に思った。

II. ハノイの塔とは

フランスの数学者リュカが考案したもので、柱にささった円盤を 1 個ずつ動かし、3 本の柱をうまく使って別の柱に移しかえる知的パズルである。ルールとして、

- ・円盤は必ず 1 個ずつ動かす
- ・各円盤とも、より小さな円盤の上には置くことができない

このようなルールの下に行うものである。

III. ハノイの塔の一般項を求める

1. 柱が 3 本のとき

実測を重ね、漸化式

$$\begin{cases} a_1 = 1 & \dots\dots\dots ① \\ a_{n+1} - a_n = 2^n & \dots\dots\dots ② \end{cases}$$

を立て解くことにより、一般項

$$a_n = 2^n - 1$$

が求められた。

2. 柱が 4 本のとき

実測をしようとしたが、最小手数を求めるのに苦労した。そこで、円盤を 2 組に分け考えることにより、最小手数を求めるのが簡単になった。

ここで群数列 1|2,3|4,5,6|7,8,9,10|11, ... の群中の末項に注目し、 $n = 1, 3, 6, 10, \dots$ のとき、一般項

$$a_n = (l-1)2^l + 1$$

が求められた。ただし l は、 $n = \frac{l(l+1)}{2}$ を満たす自然数である。

ここから、 n が特別でない場合に当てはめていくが、この場合、 n が特別な場合、つまり $n = 1, 3, 6, 10, \dots$ の場合から引き算をして求める。 n が含まれる群は

$$\frac{l(l-1)}{2} < n \leq \frac{l(l+1)}{2}$$

を満たす自然数 l で求められる。

また、1 回に引く数は 2^{l-1} 、引く回数は l 群目の末項の n とわかるから、引く数は

$$\begin{aligned} & 2^{l-1} \cdot \{(l \text{ 群目の右端の数の } n) - n\} \\ &= 2^{l-1} \cdot \left\{ \frac{l(l+1)}{2} - n \right\} \end{aligned}$$

したがって、一般項

$$\begin{aligned} a_n &= (l-1) \cdot 2^l + 1 - 2^{l-1} \cdot \left\{ \frac{l(l+1)}{2} - n \right\} \\ &= -2^{l-2}(l^2 - 3l + 4 - 2n) + 1 \end{aligned}$$

が求められた。

IV. 結論・課題

個数と最少手数の関係を数列の考え方に基づいて考えていくことによって、柱の本数が 4 本のときの一般項を求めることができた。

これからの課題として、柱の本数が 5 本のときの一般項を求め、最終的には本数について一般化した式を求めたい。

形シユール 2015@熱海

1. 開催情報

【会期】2015年03月13日(金)～03月14日(土)

【会場】東洋大学熱海研修センター

〒413-0006 静岡県熱海市桃山町1-12

Tel&Fax 0557-85-4399

<http://www.toyo-atami.com/>

【代表世話人】吉野隆(東洋大学理工学部) tyoshino@toyo.jp

【世話人】高田宗樹(福井大学)

2. プログラム

○2015/03/13(金) 13:00 集合(12:45 受付開始)

- ・杉本剛「英国天文学の黎明」, 13:30-14:30
- ・正路徹也「左右に分かれて1列に並ぶ白石と黒石を交互に」, 15:00-16:00
- ・海野啓明「4次元正多胞体のリンゴの皮むき展開図について」, 16:30-17:30
(食事後に懇談会)

○2015/03/14(土)

- ・高田宗樹・高田知宗「国際的視点に立った福井県における高大連携数理教育の問題点と教材の一例」, 09:30-10:00
- ・吉野隆「球面上および三次元空間でのチューリング・パターン」, 10:30-11:30

英国天文学の黎明

杉本 剛

神奈川大学、横浜市神奈川区六角橋 3-27-1

sugimt01@kanagawa-u.ac.jp

Dawn of the British Astronomy

Takeshi Sugimoto

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

Abstract: After Kepler before Newton there had been Jeremiah Horrocks. He had made instrumental observations and corrected Rudolphine tables by use of his data. He found another Transit of Venus occurring in 1639. He tried to develop theory of the Moon. He died young.

Keywords: Transit of Venus, Theory of the Moon, Instrumental Observation, History of Science

1. いとぐち

17世紀の天文学の大発展は三つの段階からなる。(1) 生データ収集：チコ・ブラーエによる天体の精密計測；(2) 不変量の発見(状態記述)：ケプラーの3法則(楕円軌道の法則・面積速度一定の法則・周期と軌道半径の調和則)；(3) 因果関係の導出(過程記述)：ニュートンの万有引力の法則。(2)から(3)への道程の途中に英国天文学の父とよばれる夭逝した天文学者がいた。その顕彰を巡礼して来たので、記録に留めたい。

2. ホロックスの足跡

1629年、ケプラーは「アドゥモニシオ(緊急予報)」を刊行し、1631年の水星過日と金星過日(内惑星の太陽面経過)を予言したが、自らは観測することなく1630年に死んだ。

1631年11月7日にガッサンディ(パリ)が水星過日を観測できた。気を良くして、12月4日に金星過日を待ち受けるも、欧州では観測不能だった。

ジェレマイア・ホロックス(c1618-41)は、英国天文学の父と呼ばれる。一時ケンブリッジ大学に身を置くも、数学・天文学については独学で知識を身につけ、独自の精密観測でルドルフ星表を書き換え、1639年に金星過日を人類史上初めて観察した。また、不規則に見える月の動きを説明する理論を展開した。ウィリアム・クラブツリー(1610-44)は、ホロックスの年長の友人で、文通しながら教え合った、もう一人の金星過日観察者である。



図1. ホロックスが金星過日を観察したカーの家(左)と勤め先のセント・マーガレット教会(右)

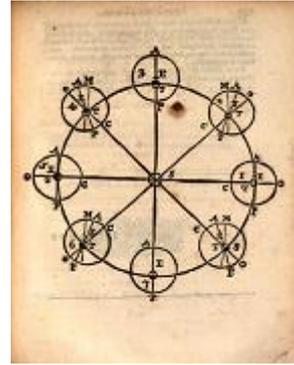
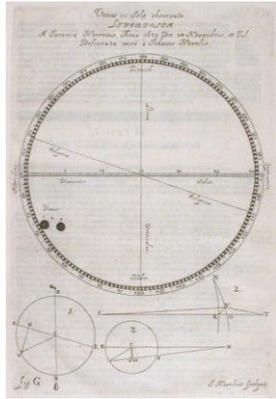


図2. ホロックス伝へヴェリウス作「金星過日の図」(左)と「月の出差の説明図」(右)

ホロックスは、金星過日がおよそ100年に8年間隔で2回起きることを見出した。計算の結果、1639年11月24日(グレゴリオ暦の12月4日)に金星過日を予測し、ホロックス(マッチ・ホール)と友人のクラブツリー(ブロートン)とで観測に成功した。クラブツリーの手紙からホロックスが月の出差を説明する理論を立てようとしたことがわかる。

1641年1月にホロックスは病死した。クラブツリーは嘆き悲しんだ。そのクラブツリーも1644年7月にイギリスの内戦に巻き込まれて死んだ。二人とも早死になのは、美神の道行きを覗き見たからである？

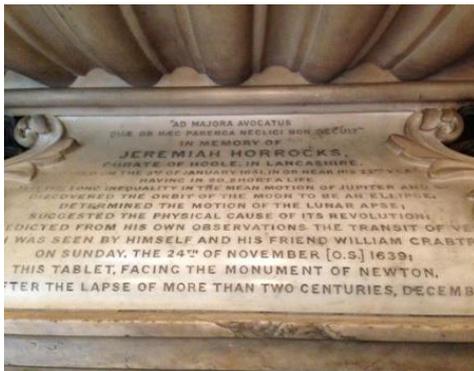


図3. ウェストミンスター・アベイの記念碑——誰にも気づかれぬ場所！(左)；ホロックス通りとそこにある記念碑(中2葉)；クラブツリー生家近くの標識(右)

ホロックスの生地は、リヴァプールで、今ではその名を冠した通りがあり、2004年の金星過日の際に記念碑が作られた。ウェストミンスター・アベイにも記念碑がある。

1661年5月3日にヨハネス・ヘヴェリウス(グダニスク)が水星過日を観測する。ホイヘンスは、訪問先のロンドンで観測。このときホイヘンスは、ホロックスの金星過日の手稿を王立協会より入手し、のちに、ヘヴェリウスへ渡して公開を託す。1662年、ヘヴェリウスはホイヘンスとの約束を果たし、自らの水星過日とホロックスの金星過日の観測結果を刊行した。そして1673年、ケンブリッジ時代のホロックスの同級生ジョン・ウォリスが王立協会の意向を受けて遺稿集を編む。からくもホロックスの業績は後世に伝えられた。

3. むすび

ホロックスの観察した金星過日は、天文単位決定問題解決の突破口としてエドモンド・ハレーが提案する。ホロックスの月の理論はニュートンのプリンキピアで発展的に扱われる。

左右に分かれて1列に並ぶ白石と黒石を交互に

正路 徹也

(東京大学)

t-t_shoji@jcom.home.ne.jp

Rearrangement game: arrange white pieces and black pieces
aligned to left and right on a line alternatively

Tetsuya SHOJI

(The University of Tokyo)

Abstract: The rearrangement game here is to arrange n white pieces and n black pieces aligned respectively to left and right on a line alternatively with moving a pair of neighboring pieces to a pair of vacant sites n times. Table 1 shows the general rule to achieve the game which was found experimentally.

Keywords: game, rearrangement, step distribution, alternative distribution.

1. はじめに

本発表で対象とするゲームは、直線の左と右にそれぞれ n 個の白石と黒石を隙間なく並べ、その右方に最低数 ($n = 3$ で 4, $n \geq 4$ で 2) の空席を認めた状態を初期として、隣接する 2 個の対を n 回空席に移動して、黒と白の配列を交互にする。このゲームの一般的手順を経験的に見つけたので、それを以下に報告する。実際の並替えのうち、 $n = 3$ と $n = 6$ の場合をそれぞれ図 1 の左と右に示す。なお、以下の記述は、 n を「片側の石の数」(あるいは単に「石の数」)と呼び、それが 4 以上の場合を対象とする。

2. 経験的に見つけた一般的手順

移動させる対には、白白あるいは黒黒の組合せの同色と、白黒あるいは黒白の組合せの異色の場合がある。並替えでは、まず同色対を移動させ、次に異色対を移動させる。ところで、異色対の移動は簡単である。なぜならば、異色対の移動では、最終的配色に合わない席にある対を最終的配色に合う席に移動させればよい。このとき、条件に合う対あるいは空席が見つからなければ、そこまでの移動が間違っている。したがって、一般的手順を見つけることは同色対の正しい移動手順を見つける課題に還元できる。

経験的に見つけた同色対の並替えの一般的手順を表 1 に示す。

並替えの手順は、片側の石の個数を 4 で割ったときの余りを基に 4 つの場合に分けられる。これより、石の数が 4, 5, 6, 7 の場合を基本とし、それ以上の場合は 4 を周期とすると結論できそうである(図 2)。

3. おわりに替えて

表 1 に示す経験的規則に従って計算機アルゴリズムを組むと、並替えを行うことができる。しかし、その正しさの論理的(≠数学的)裏付けはまだ見い出せていない。上述した「4 を周期とする」が正しければ、石の数には関係なく、それが 4 以上のすべての場合に成り立つと結論できる。しかし、「4 を周期とする」もまだ証明はしていない。すなわち、表 1 の

経験則が 4 以上のすべての場合に成り立つことも証明していない。

石の数が 10 の場合，表 1 に示す一般的並替え則によると，4 番目の石が動かない．しかし，6 番目が動かない手順も見つかった．したがって，表 1 に示す経験則は唯一解ではない．このような別解の存在も数学的証明の必要性を示唆している．

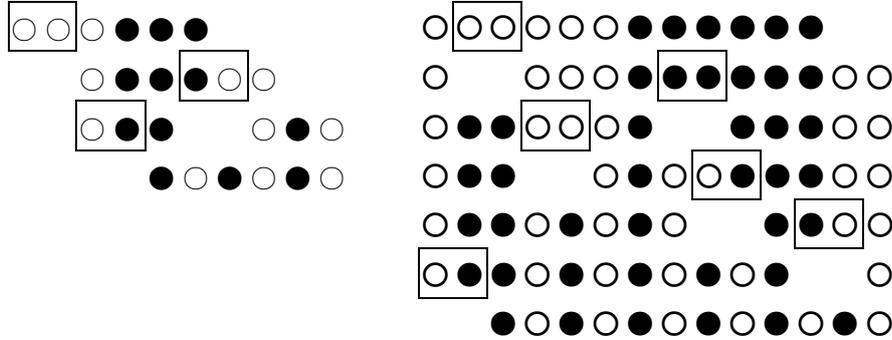


図 1. 白石と黒石が n 個ずつ左右に分かれて並んだ状態(最上段=初期)から，隣接する対(四角枠内)を n 回空席に移して交互に並べ替える(最下段=成功)．左図は n が 3 の場合で，例外的に右端に 4 個分の空席が必要．右図は n が 4 以上の一般的な場合(ここでは 6)で，右端に 2 個分の空席が必要．

表 1. 並替えにおける同色対の移動に関する経験則(白白と黒黒を交互に)．

個数	$n = 4q$	$n = 4q+1$	$n = 4q+2$	$n = 4q+3$
移動	白 : $P(2)$ $P(4k-2)$ $(2 \leq k \leq q)$ 黒 : $P(4k+n-2)$ $(1 \leq k \leq q-1)$ $P(4k+n-2-1)$ $(k = q)$	白 : $P(2)$ $P(4k-3)$ $(2 \leq k \leq q)$ 黒 : $P(4k+n-1)$ $(1 \leq k \leq q)$	白 : $P(2)$ $P(4k-1)$ $(2 \leq k \leq q)$ 黒 : $P(4k+n-2)$ $(1 \leq k \leq q)$	白 : $P(2)$ $P(4k-3)$ $(2 \leq k \leq q+1)$ 黒 : $P(4k+n-1)$ $(1 \leq k \leq q-1)$ $P(4k+n-1+1)$ $(k = q)$

$P(j)$ は，隣接する 1 対の石のうち左の席番号が j である同色対を示す．

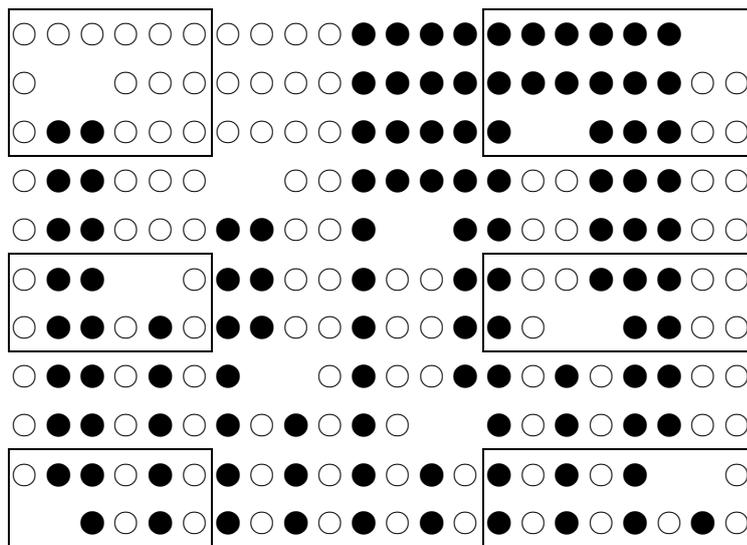


図 2. 白石と黒石が 10 個ずつ ($n = 10$) の場合の並替え．この図で直線で囲まれた 6 つの長方形の部分のみ取り出して繋ぎ合わせると，図 1 の右図 ($n = 6$) が得られる．

4次元正多胞体のリングの皮むき展開図について

海野啓明, 木村優太

仙台高等専門学校広瀬キャンパス, 989-3128 仙台市青葉区愛子中央4丁目16-1

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

Apple-Peel Fold-Outs of 4-D Regular Polytopes

Keimei KAINO and Yuta KIMURA

National Institute of Technology, Sendai College, Sendai 989-3128

Abstract: A curve of apple-peel is a symmetric S-shaped spiral. Apple-peel fold-outs of 5-, 8-, 16- and 24-cells are obtained by using their axonometric projection diagrams. An apple-peel fold-out of 120-cell consists of spherical fold-outs of dodecahedron and icosahedron on both ends and a fold-out of rhombic triacontahedron in the central plane. These apple-peel fold-outs will give us a good way to obtain fold-out of 600 cell and a shape of 4D apple-peel curve.

Keywords: Apple-peel fold-out, Axonometric projection, S-shaped double spiral, Regular polytope

1. はじめに

正多面体の箱を展開するときリングの皮むき展開を用いると図1のように2回対称のS字形の展開図がほぼ一意に定まる[1]. リングを皮幅一定の条件でむくと全体としてはS字形螺旋として有名な Euler spiral となるが[2], 軸の付近の Archimedes spiral から次第に Lituus に移る. 皮むき展開は準正多面体にも適用できる. 4次元正多胞体は4次元の箱として皮むき展開できる. 4次元標準正多面体と呼ばれる正5胞体, 超立方体, 正16胞体の皮むき展開図は図2のようになる. これらの皮むき展開図には, 図3のように正4面体, 立方体, 正8面体の皮むき展開図が現れている[3]. 皮むき展開図が低次元の皮むき展開図と関係があることは, 正多胞体の直投影図(点中心図, 胞心図)が皮むき展開に役に立つことを示す.

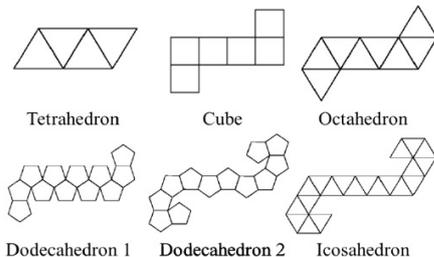


図1. 正多面体の皮むき展開図

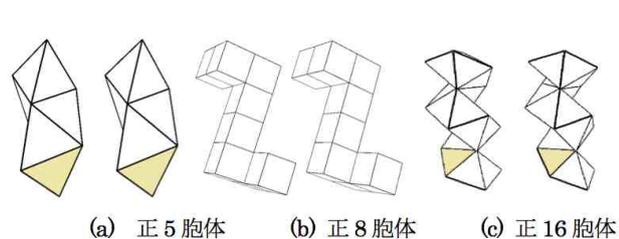


図2. 標準正多面体の皮むき展開図

2. 4次元標準正多面体と正24胞体の皮むき展開図

表1. 正5, 8, 16, 24胞体の直投影図[4], 胞の中心の分布

	点中心図	胞心図
正5胞体	正4面体 [4,1]	正4面体 [1,4]
超立方体	菱形12面体 [4,4]	立方体 [1,6,1]
正16胞体	正8面体 [8,8]	立方体 [1,4,6,4,1]
正24胞体	菱形12面体 [6,12,6]	立方8面体 [1,8,6,8,1]

表1に4種類の正多胞体の直投影図を示す. 正多胞体の適当な対称軸をU軸とすると, 胞の中心は何枚かのU軸に垂直な超平面上に分布する. 例えば, 超立方体の胞心図の記号[1,6,1]は,

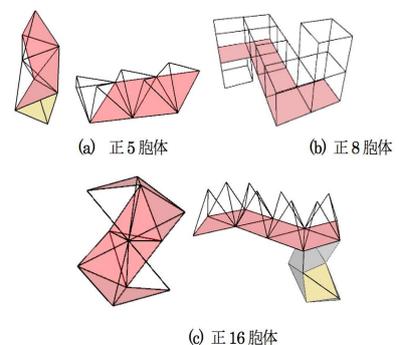


図3. 図2に現れる図1の展開図(赤)

胞の中心がU軸に直交する3枚の超平

面上にあり、U軸上方から下に1, 6, 1個分布することを表す。胞心図では、中央層の6個の立方体が退化して正方形となり1個の胞の6枚の面に乗る。これらの正方形を展開すると立方体の皮むき展開図が現れる。正16胞体の点心図は正8面体であるが、これは8個の正4面体が頂点を会して作られていて、正8面体の皮むき展開図が2枚つながれて現れる。

正24胞体のゾムツールによる見取り図を図4に示す。鉛直方向をU軸にとったと考えると、一番上と下の頂点(0,0,0,±2)は正16胞体的な頂点で、その下に超立方体的な(±1, ±1, ±1, ±1)の6角柱があり、6角柱の側面からU=0上に正16胞体の6個の頂点が出ている。U=0超平面による断面の直投影図は菱形12面体となる。頂点(0,0,0,2)に6個の正8面体の頂点が会しているが、それらの対称面の正方形はU=1超平面上にあり立方体を作る。これが第1層の皮むき展開図であるから、図5上図のように立方体の皮むき展開図が現れる。第2層からは図5下図に示す菱形12面体の皮むき展開図が現れる。これらをつなぎ合わせると図6の皮むき展開図が得られる[3]。

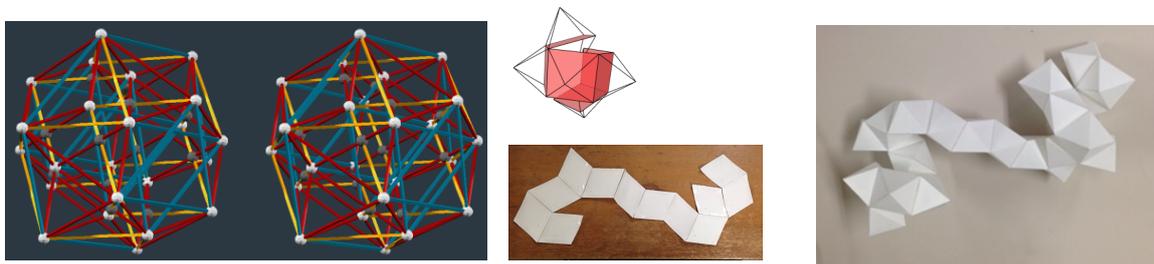
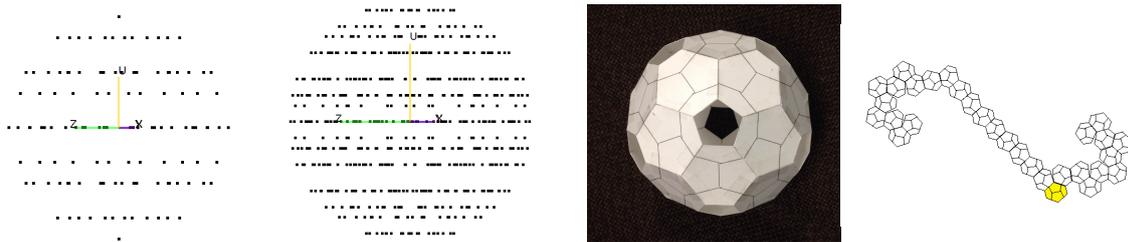


図4. 正24胞体の見取り図（立体視図） 図5. 第1,2層の展開図 図6. 正24胞体の皮むき展開図

3. 正120胞体と正600胞体のリングの皮むき展開図

正120胞体の胞心図と正600胞体の点心図の胞の中心座標を打点すると、それぞれ図7(a), (b)のようにU軸に垂直な9, 15枚の超平面上に分布する。正120面体では最上層の胞の周りに第2層の12個の胞が付くのでこれから正12面体の皮むき展開図が現れる。第4層は離れているので第3層と一緒に皮むき展開する。中央層を直投影図で表すと図8(a)のように、平面に退化した正8面体による切頂菱形30面体[5,5,10,5,5]を作るので展開図は図7(b)のS字形になる。正600胞体では、中央層を直投影図で表すと20-12面体の5角形の面に5角錐を載せた形となり[5]、点でつながるだけなのでこの層単独ではむきにくい。



(a) [1,12,20,12,30/ (b) [20, 20,30,60;60,60,20,60/ (a) 切頂菱形30面体 (b)展開図

図7. 正120, 600胞体の胞の中心の分布（半分だけ） 図8. 正120胞体の中央層の直投影図

文献

- [1] 数学教育協議会, 銀林, 「算数・数学なっとく事典」(日本評論社,1994); 安竹研究所: 皮むき多面体.
- [2] L.Bartholdi and A.Henrique, The Mathematical Intelligencer, Vol.34, No.3, pp.1-3, 2012.
- [3] 木村, 海野, 奥村, Proceedings of NICOGRAPH2014, pp.17-24, 2014.
- [4] 宮崎, 石井, 山口, 「高次元図形サイエンス」(京都大学出版会, 2005), pp.84-85.
- [5] 宮崎「しゃぼんだま建築」(彰国社,1985); 佐藤・中川「多面体木工」(科学協力学際センター,2011).

国際的視点に立った福井県における高大連携数理教育の問題点と教材の一例

高田 宗樹^{1†}・高田 知宗²

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 福井市文京 3-9-1

² 桑名市立大成小学校 〒511-0811 桑名市東方 2157

Problems in Cooperation of Mathematical Education with High schools and University of Fukui from an International View Point -An example of Teaching Materials in Elementary Mathematical Education

Hiroki TAKADA^{1†} and Chihiro TAKADA²

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

² Kuwana Municipal Taisei Elementary School, 2157 Higashikata, Kuwana, 511-0815 Japan
E-mail: † takada@u-fukui.ac.jp

Abstract: We introduce an example of teaching materials in elementary mathematical education, and problems in cooperation of mathematical education with high schools and university are discussed in this session. International view point induced to extract our own regional problems, which might take the opportunity to solve them.

Keywords: Cooperation of Mathematical Education, International View Point

1.はじめに

平成25年度から福井大学は文部科学省事業「地(知)の拠点整備事業(大学COC事業)」に採択された。この事業は、全学的に地域を志向した教育・研究・社会貢献を進めることで、地域コミュニティの中核的存在としての大学の機能強化を図り、地域再生・活性化の拠点となる大学を形成することを目的としている。そこで、筆者は日本数学コンクール実行委員として活動していることもあり、福井県における日本数学コンクールの実施にむけて同県数学教育連絡協議会を立ち上げ、福井県における中・高等学校における数理教育の問題点について議論した。本講演では同県ならではの問題点を紹介し、議論する。

2. 日本数学コンクール

日本数学コンクールは興味深い幾何学的な問題が多く出題されており、本学会とも関連が深い。東海三県の大学と高校の数学教員有志の集まりである「数学と数学教育を考える会」(会長・四方義啓氏、形の科学会会員)を母体として、1990年度から同コンクールは実施されている[1]。解のない問題が出題されたり、受験者自らが問題を見つけ出すことが要求され

ることがあり、極めてユニークな問題を見ることができる[2]。その一部は大沢(2010)により紹介されている[2]。同コンクールは、優れた数学的思考力・探究心・および創造性を備えた人材を育成することを目的とする。1997年度からは高校生を対象とする日本数学コンクールと中学生以下を対象とする日本ジュニア数学コンクールに分離された。2000年度より論文賞を新設し、2009年度からは名古屋大学が主催している。現在のところ、後援の団体は大阪府教育委員会をはじめとして14団体にのぼり、近年、同コンクールの関西圏への認知度が向上している。本邦の青少年への数学啓蒙活動、および数学力の向上を狙って、この種の活動を全国的に広めるためには、今後、連携する大学研究機関を増大させる必要がある。本講演では、そこで培われた教材の一例を紹介する。これは初等数理解教育でも利用可能な2進法展開に関する教材に応用できる。

3. 国際交流を生かした教材の発掘

高大連携数理解教育を行う上で、その教材の開発・発掘が必要となる。

平成26年度は地域活性化・国際化の基盤となる「人材育成」をめざして、国際的視点に立った福井県における高大連携数理解教育の検討と実践を展開することになった。米国ニュージャージー州立ラトガース大学 Kalantari 教授による講演会を開催し、米国における高大連携教育を体験した(図1)。また、数学イノベーションを担う次世代研究者の発掘・育成をめざし、一般市民・中高生にも開放してワークショップを開催した。これは2部構成をとり、その片方では数学協働プログラム(文部科学省委託事業)の社会貢献を考えた。タイ国立 Prince of Songkla 大学附属高校にみられる数学教育についても報告され、日本の数学教育との相違点についても議論された。これが発端となり、教材を通じた同校との国際交流が図られることになった。

以上の講演会は形の科学会との共催で、形の科学談話会として実施された。

参考文献

- [1] <http://www.sangaku.nagoya-u.ac.jp/math-con/>
- [2] 四方義啓 (2003) 数学をなぜ学ぶのか、中公新書
- [3] 大沢健夫 (2010) 寄り道の多い数学、岩波書店

Bahman Kalantari 博士 講演会
ラトガース大学 (ニュージャージー州, USA) 教授
ポリオミオグラフィー - 数学とアートの結合 -
Polynomiographs ; Joining Mathematics with Arts

講師: Prof. Dr. Bahman Kalantari (Rutgers University, New Jersey, USA)
解説・通訳: 高木 隆司 博士 (東京農工大学名誉教授)

本ワークショップでは、複素方程式を解く過程を可視化することによって得られるコンピュータグラフィックと、我々が親しむ「書」を組み合わせることを例として、数学と芸術の結合について体感する。

期日: 7月2日(水) 16時30分~18時 (16時受付開始)
(前半:講演、後半:ワークショップ&討論)
会場: 福井大学文京キャンパス アカデミーホール
入場料: 無料
申込方法: 当日、直接会場にお越しください。

主催: 福井大学COC事業
「国際的視点に立った福井県における高大連携数理解教育の検討と実践」
福井大学大学院工学研究科プロジェクト研究センター
「数理解科学と応用工学・産業との連携による数学イノベーションの推進エンブレム」
共催: 形の科学会

お問い合わせ先: 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻 渡田 宗綱 〒910-8507 福井市文京3-9-1
TEL & FAX: 0776-27-8795 E-mail: takada@fu-kai.ac.jp

創造力、深読力 福井大学
Fukui University

図1 複素方程式の数値解法を利用した高大連携数理解教材の紹介

球面上および三次元空間でのチューリング・パターン

吉野 隆

東洋大学理工学部

〒350-8585 川越市鯨井 2100

tyoshino@toyo.jp

Turing Patterns on Spherical Surface and in Three Dimensional Spaces

T. Yoshino

Toyo University, Kujirai 2100, Kawagoe, 350-8585

Abstract: We discussed Turing patterns on spherical surface and in three dimensional spaces proposed by Turing [2]. We constructed 3D graphics of the solutions of Turing [2] and considered their morphological similarity with real radiolarians. We concluded that the model is not for shape but for distribution of pore frames.

Keywords: Turing pattern, radiolarians

1. はじめに

Turing Pattern とは拡散係数が異なる物質（それぞれ活性因子・不活性因子と呼ばれている）の拡散と化学反応によって濃度の不均質構造を言う。その不均質構造で生物の形態形成は説明できると Turing [1] は主張した。Turing はこの研究を更に進めるアイデアを持っていた(Turing [2])。本研究では Turing とその学生 Richards が検討していた放散虫の形態形成についての数理モデルについて検討する。Cooper and Van Leeuwen [3] には、Richards が試みたと思われる、ラインプリンタ（ドットプリンタ）で出力された計算結果のイメージを Heckel のイラストと重ねあわせた図が示されている。これは、現代であればコンピュータ・シミュレーションやコンピュータ・グラフィックスで詳細に検証できる問題である。

2. Turing and Richards の方法

Turing[2] が示した基本的な構図は Turing[1]と同様で、二種類の物質 U と V （活性因子と不活性因子）の拡散係数の違いと化学反応が不均質な構造を生むというものである。以下では U と V の濃度を、 u および v とする。座標系として球座標系 (r, θ, ϕ) を選ぶと、それぞれの濃度は $u(t, r, \theta, \phi)$ および $v(t, r, \theta, \phi)$ と表される。ここで t は時間である。Turing[2]で考察されたのは以下の連立微分方程式である。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D\nabla^2 u + \alpha u^2 - \beta uv$$

$$v = \bar{u}^2 = \int \int u^2 dS$$

Turing[2]ではこの方程式の解を球面調和関数の級数和で近似し、さらに定常状態を仮定することにより級数解を求めることに成功している。このとき、級数解は以下の式で表され、

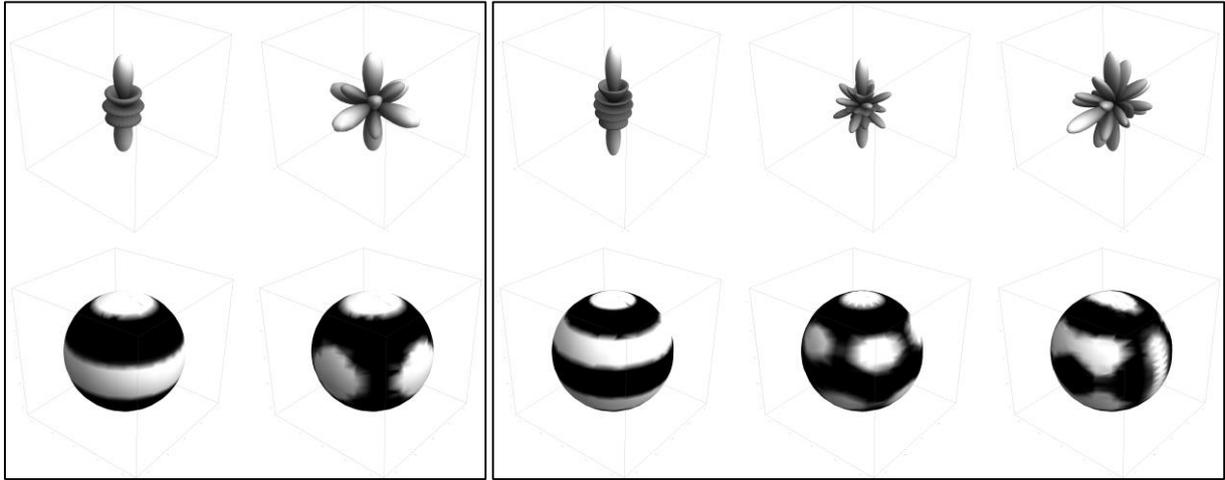


図 1 : Turing[2]の解を三次元グラフィックスで表示した結果 (上) と解を球面上の濃淡で表示した結果 (下). 左は $n=4$ の場合, 右は $n=6$ の場合.

n を決めて (若干の条件を入れて) S_m^* についての連立方程式を解くことが可能になる.

$$u^*(\theta, \phi) = \sum_{m=-n}^{m=n} S_m^* \overline{P_n^m}(\cos \theta) e^{im\phi}$$

Turing[2]が主張しているように, この解を放散虫の外形とみなしてみる. 解の一例を三次元グラフィックスで表現すると図1の上のようになる. しかし, これらは放散虫の形態をよく再現しているとは言えない. この模型の欠点は S_m^* に含まれるべき r 依存性が消えていることである. この r 依存性がない以上, 上記の解は (図の下に示したような) 球面上のチューリング・パターンの解析解と考えるべきであろう.

3. 球面上のチューリング・パターンの数値計算

球面上のチューリング・パターンの数値解については, 今回の方程式とは少し異なるものの, 吉野と松岡[4]が放散虫殻孔分布の数理モデルとしてその結果を示している. そこには Turing and Richards と似た結果もある. Turing and Richards は形態形成としては有効ではないモデルであるが殻孔の分布を説明するには有効なモデルではないだろうか. 発表では, この解析解と数値計算の結果を比較することの他に, 現在試みている3次元空間における Turing のモデルの計算結果も併せて紹介したいと考えている.

参考文献

- [1] Turing, A. M., "The chemical basis of morphogenesis", Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 237(641), 37-72(1952).
- [2] Turing, A. M., "Morphogenesis. Collected Works of A.M. Turing", ed. P.T. Saunders, North-Holland, (1992).
- [3] Cooper, S. B and Van Leeuwen, J. "Alan Turing: His Work and Impact: His Work and Impact", Elsevier, (2013)
- [4] 吉野隆, 松岡篤, 球面上のチューリング・パターンの基本的な構造, 形の科学会誌, 28(2), 156-157 (シンポジウム講演要旨) (2013).

第 77 回 形の科学シンポジウム 「ひとを支える形」

シンポジウムサブテーマ「世界結晶年」

討論記録（記録のあるもののみ掲載）

【会期】2014年6月13日(金)、14日(土)、15日(日)
【会場】埼玉県立大学教育研修棟 埼玉県越谷市三野宮 820 番地
【主催】形の科学会
【共催】埼玉県立大学
【世話人】代表世話人 石原正三
〒343-3540 埼玉県越谷市三野宮 820 番地 埼玉県立大学保健医療福祉学部
E-mail: shozo@spu.ac.jp 電話: 048-973-4149
【参加費】 会員・非会員ともに一般 3000 円、学生 1000 円
【懇親会】 2014年6月14日(土) 18:15~20:00

討論記録には質問者の討論記録シートの記載にもとづいており、講演者の校正がないものもあります。

Q: 質問、A: 回答、C: コメント

討論記録

6月13日(金)

ひとを支える形

招待講演・公開講座

かたちが拓く自立支援

徳田 哲男 (埼玉県立大学)

形の科学一般

睡眠遮断時における体平衡機能に関する研究

森柚樹 (福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻)

Q. 高木隆司

我々は視覚情報がないと、どのように平衡感覚を維持しているのか。

A.

耳の三半規管を通して、脳で情報を処理している。

クモの網を模擬した構造の変形特性に関する基礎的検討

森山卓郎 (阿南工業高等専門学校創造技術工学科建設コース)

Q. 山口喜博

エサを捕まえるという考えでの網の最適化は可能なのでしょうか。

A.

クモの網はエサを捕まえる目的もあり、形状としては最適構造をしていると考えます。

Q.

クモの網はエサを捕まえるためのものなのか？

A.

生物学的なところは詳しくないのははっきりしたことは言えませんが、そういう目的もあると考えます。

Q. 高木隆司

面内方向荷重において、螺旋と同じ円とで変位が大きく違うのはなぜか。

A.

今回の解析では、網を模擬した構造の中心に荷重をかけているため、当然中心付近の変形が最も大きくなります。したがって、螺旋の場合では、中心付近に部材が多く、補強をしているような状態になっているため、今回比較した中心付近の変形が抑制されたと考えます。

Q.

かたつむりの構造を応用して汚れがつきにくいトイレや洗面台というのがあるのか？

A.

詳細は不明ですが、あるようです。カタツムリの殻は、汚れ

や油に強く、水に流しただけで汚れが落ちるようです」というのが回答です。

Q. 高田宗樹

実際のクモが解いているのは、まわりの環境に保存していると考えられる。現象との対比をしていくと面白い研究に発展すると思われる。

A.

(特性の違う縦糸と横糸を応用させると面白いのでは？というコメントに対して) 今すぐこれとは思いつかばないが、今後考えていきたいと思います。

Q. 本多久夫

螺旋は同心円に比べて、中央が密という説明があったがもしそうなら、同心円パターンの中央を密にするパターンでも行ってみればよいだろう。螺旋は一筆書きの連続があるのがポイントでないか。

A.

ご指摘の通りかもしれません。部材の全長を合わせ、中央が密な同心円のケースについても今後解析を行って確認していきたいと思います。

形と知

形典・形譜と結晶の形式

石垣健 (COMA DESIGN STUDIO)

Q. 渡辺泰成

結晶は低分子でも蛋白のような巨大分子でも外形からは分子構造の違いには見えない。ここでのデモは分子(蛋白)構造を対象としている。あえて結晶を選んだ理由は？

A.

造形の世界では可視の領域での表現です。従って、不可視なものを可視な姿を借りて表現することになります。近年、科学・技術の進歩により可視化が急速に進化しました。このモデル化されたシミュラクルのような世界をもう一度見直すことで可視と可視化の本当の差異は何か？を探りたいと考えています。

ポテンシャル流れ方程式の解として得られる迷路の経路

吉野隆 (東洋大学理工学部)

Q. 松岡篤

粘菌の実験で圧力差に相当するものは何か。

A.

濃度についての情報だと思われます。

C. 松岡篤

生物の分布変化は経路が固定する現象に似ている気がする。環境の変動に対する応答ととらえれば、粘菌のパターン形式は知性ととらえる必要はないのではないかと。

Q.高木隆司

迷路の流れと「知性」の関係についてコメントしたい。過去の記憶を生かすことが原始的な意味で「知性」と考えたかどうか。

A.

迷路の一箇所を遮断したあとで、再度流したら、新しい解にすぐ収束する。それが過去の記憶の効果と解釈できる。

Q.高田宗樹

①迷路にループがあった場合にでも、本研究の手法が適用できるのでしょうか

②数学では問題を考える(夢を見る)、解く、記憶するという3つの形態があるが、「知性」とはどんなものであると考えているのか?

A.

①電気回路と等価な問題なので適用可能である。

②高等な「知性」を探索する意義はあると考えているが、どこから「知性」がないかを明らかにする意義はないと思っている。これを端的に示すための研究であった。

C.本多久夫

カメラのオートフォーカスが縦線パターンにはうまくはたらくが、横線パターンには働かない。これは2つの眼が水平に並んでいて、垂直に並んでいないことと関係する。脳がそのようになっている。これを今回の発表は関係すると思っても興味深かった。

Q.渡辺泰成

①流水の代わりに電流で行えるか

②最適な流量(電流)を取り出せるように迷路を構築することができるか

A.

①ポテンシャル計算では同じです。

②考えてみたいと思います。

形の科学一般

折り紙モデルを用いた立体概念形成の学際的研究の構築

石原正三(埼玉県立大学)、徳田哲男(埼玉県立大学)、濱口豊太(埼玉県立大学)、石岡俊之(埼玉県立大学)

Q.蛭子井博孝

黄金比は1:1.618...であるが平面図形長方形の比であり、これは3次元以上の長方形に拡張できる。その比はプラトン多面体以外の新しい形を形成する。例えばA4図形、3次元にはトーフを四つに切る形がもとの形と相似し、三辺比が一致。このような図形を使えば、新しい造形美が生まれる近年の大学の建物の外壁補強に高次元黄金比や高次元矩形比が使われているように観察される高さなど、新しい形ができあがる。参考にして欲しい。

A.

高次八面体という折り紙があり、それも三つ場合のようだ。

面積が収縮して短冊がねじれる

本多久夫(神戸大学・理化学研究所)

Q.種村正美

vertex dynamics のシミュレーションにおいて、面積を縮めるセルを逐次的に選んでいくというアルゴリズムでシミュレーションを行えば選ぶ順序によって最終的な形状が異なってくるのではないかとと思われる。

A.

vertex dynamics は位置座標についての微分方程式であるが、vertex の数(の3倍)の連立方程式であるから、セルの面積を縮めるのはどのセルも同時に simultaneously 行っていることになる。たしかにセルを逐次的に選んでいくというアルゴリズムで行うとおもしろい結果が出るかも知れない。

Q.蛭子井博孝

物理現象として、傾きの向きにより、奥行が逆になる模型おもしろく、拝見しました。幾何図形にも同じように2つの三角形を円周上に配置するとみなシュタイナーの定理が必要。しかし星内部(一層目)に2種の配置がある。このような数学

的事実が物理現象にもありうるように思えました。

A.

回答なし

Q.福井義浩

赤血球の形は特徴的であるが、生態でほかにはこのような形は知らない。脱核して体積が減少してこのような形になるとの説明では他の因子もこの形の変化に関与しているのか。

A.

体積が減少する原因は脱核かも知れない。しかし原因が何にしろ、袋の表面積に対して体積が小さいと赤血球に似た形ができることは、in situ でなく in vitro の実験であるリボソームでも知られている。

透過光イメージの奥行き錯視

高木 隆司(東京農工大学名誉教授)

Q.西垣功一

偏光板の細工物が縦のところと45°傾けたところで見え方が変わり、縦では奥行きがなく、45°では奥行きが出てくる。これについて物理光学的に説明されたが、大脳生理の観点から縦の線とななめの線を認識するカラム装置が存在するという話があり、そのために生じている現象ではないですか?

A.

そのような観点で考えたことはないので今後参考にしたい。

Q.石原正三

錯視等は視細胞の物理的な性質より脳の情報処理によるものではないか。

A.

脳科学的な内容についてはよく知らないが、視細胞と脳内情報処理の両方が関与している可能性がある

6月14日(土)

形の科学一般・ひとを支える形

被子植物の花の構成要素の数について

飯田武揚(パターンダイナミクス研究会)

Q.本多久夫

単子葉はほとんど3弁であるという知見は、花卉が3、4、5、6がどうしてきまるかのメカニズムを考えるうえで重要と思います。

A.

有益なコメントありがとうございます。単子葉植物は単系統群植物で、ほとんど(99%)3数性(花器官が基本数、3かその倍数をもつ性質)です。ですから、3数性3弁花や3数性6弁花などはほとんど単子葉植物であることになります。

一方真正双子葉植物は概ね(約60%)5弁花で、5数性(花器官が基本数5かその倍数をもつ性質)です。しかし、植物は多様性に富みますので、真正双子葉植物には少数ですが、4弁花、3弁花、2弁花、多弁花などの数性をもつ植物が存在しています。

最近の葉緑体遺伝子の遺伝子解析や分子系統解析などの研究結果から、地球に現存する約27万種の被子植物の74%が真正双子葉植物で、23%が単子葉植物であることが明らかにされています。これらの存在比率を考慮すると牧野植物図鑑(2008)にある被子植物の花の数性分布が概ね説明できません。

被子植物の花弁の数性(花器官が基本数2、3、4、5、6かその倍数をもつ性質)が決まるメカニズムは、植物のゲノム解析、分子系統解析、植物化石の発見と解析、数理的な理論形態学などの多くの手法を用いて盛んに研究が進められています。しかし、明らかされた事実は少なく、多くの事実は解明されずに、いまだに未知のまま残された研究課題になっています。今後の展開が楽しみです。

アルキメデスの求積法と高木の関数

杉本剛 (神奈川大学)

Q.根岸利一郎

ウエイト W がハット関数で 0 、 0.25 と中間に変化するとき、曲線の形はどうか？

A.

ハットの数が多くなってゴツゴツしてくる。

Q.松岡篤

アルキメデスは「怪しい」ものには近づかなかったの「怪しい」とはどういうことか？何がどう怪しいのか？

A.

無限級数の扱いにはたいへん慎重であり、挟み撃ち法により極限を求められるばあいについてのみ議論のまな板に載せた。

多面体は DNA をもっている

佐藤郁郎 (宮城県立がんセンター)、石井源久 (バンダイナムコスタジオ)、秋山仁 (東京理科大学)、一松信 (元・京都大学)

Q.渡辺泰成

プリミティブの鏡像体はあるか。

A.

プリミティブは平行多面体なので、左右対称です。もっと正確に答えるならば、中心対称です (ミンコフスキーの舗石定理)。

新潟県山古志村の牛荷付鞍 (ウシノタグラ) の形態特徴

久保光徳 (千葉大学大学院)、北村有希子 (千葉大学大学院)、田内隆利 (千葉大学大学院)、寺内文雄 (千葉大学大学院)、境野広志 (長岡造形大学)

Q.高木隆司

鞍橋を、曲げやすいが折れにくい材料 (たとえば竹) にとりかえたら、かえって悪い結果になるか？

A.

荷崩れが起きた時、曲がるだけだと牛に負担がかかると思う。曲がったまま胴体の上に残ると、荷重の対称性を失わせ、胴体にねじれを持ちつつ噛み込むことになり、牛に大きな動的負担を与えることになると思われる。適切な荷重において適切な様式で壊れ崩れ落ちることも牛にとって大切なことである考える。

Q.本多久夫

鞍には前後の区別があるか？

A.

ある。前の鞍のほうがやや小さい。前後の形態の違いは牛の体型にもよるようである。多様な形が残されている。解析の計算には、前後同じものとして円柱を横にしたものの上に置いた。

Q.ベリクヴィストヨハン

牛の胴は、実際には円柱形ではないが、円柱形で計算されたのか？骨格は考慮されたのか？前後の大きさの違いはどうか？

A.

実際とはもちろん違うが、この単純化された過渡応答・接触問題シミュレーションモデルでも実挙動の傾向に近い結果がシミュレートされるものと期待して計算した。

形の科学一般

凸五角形による周期的タイリングに関する考察

杉本晃久 (科学芸術学際研究所 ISTA)

Q.ベリクヴィストあかり

自然界で凸多角形タイリングはあるか。

A.

ハチの巣などで凸六角形のタイリングは見られるが、凸五角形のタイリングがモチーフになっているような自然界の造形があるのかは知らない (いまだそのようなものを見かけたことがない)。

Q.手嶋吉法

凸五角形でこれまでに生成された周期タイリングは平面群の 17 タイプのどれに属するか。(17 タイプのうち現れないのはどのタイプか？)

A.

代表的な周期タイリングでは $p2$ 、 pgg 、 $p3$ 、 $p4$ 、 $p6$ 、 $p2$ 、 cmm が存在する。ただ、凸五角形タイリングには周期的なタイリングを多種つくれるようなものが存在するので、単純にどの平面群を作ることが出来るタイリングというような見地は凸五角形タイリング問題 (私の興味がある方面) ではあまり重要でないと感じており、詳しく調べていない。

Q.手嶋吉法

平衡あるいはバランスの意味を直感的に理解したい。釣り合いという意味で良いか。その場合何と何が釣り合っているのか。

A.

Balanced tiling (平衡なタイリング) は、タイリング内のタイルの数に対してタイリングの頂点の数とタイリングの辺の数が釣り合っているというような理解 (タイリングのどここの場所でも、タイルの数とタイリングの頂点の数の比、タイルの数とタイリングの頂点の数の比が無制限で収束する) でよいと思う。

放散虫の種の認識と多様性の時代変遷

松岡篤 (新潟大学)

Q.西垣功一

放散虫の個体数変動が、地域環境変動のモニターに使えるかもしれないという問題意識で表示された図に示されていた④のパターンは①の種の数の変動と相似性が高いようでしたが、④は何ですか？(④が海水温とわかった後で)種の変動と対応するとしたら(個体数と対応するのではなく)どうしてですか？

A.

④は海水温です。海水温と種の数との相関は知られています。一般には、水温が高い水塊ほど、多く種が生息しています。ただし、種多様性は温度のみによって規定されているわけではありません。

Q.高田宗樹

現世の放散虫を利用して補食(機能)と形の対応付けをして、種の同定をすることに応用できないか？

A.

捕食行動は大まかな形態を規定しているが、それは種の分類形質というよりも、もっと高次(科とか目)のレベルの形質です。種は、些細な形態形質の差異により定義されています。

Q.山口喜博

放散虫に天敵はいるのでしょうか。

A.

放散虫に寄生する生物がいるので、天敵といえるかもしれません。

Rolling Objects: 幾何図形の転がり可視化ソフトウェア

松浦昭洋 (東京電機大学)

Q.高田宗樹

閉曲線内部 (ハイポサイクロイト) の図形の転がりもこのソフトで表現できるか？できるとすると、工学的にも簡単に応用できる分野 (問題) があると思われる。

A.

可能である。

Q.高木隆司

円筒内でゴムボールを転がすデモで、下向きに動いていたボールが再び上がっていた。ボールにスピンを与えていたのか。

A.

ボールを投げるとき、自然にスピンが生まれる。

Q.山岡久俊

転がり可視ソフトで描かれる軌跡は閉じるか。また、例えばリサージュ曲線などは回転速度の比が無理数かどうかで軌跡

が閉じるかどうかかわかる。ソフトに与えた図形から軌跡が閉じるかどうか判定できればおもしろいと思った。

A.
判定機能は現状組み込まれていないが、回転図形と被回転図形の周長の比が無理数かどうかで判定可能である。

世界結晶年

招待講演・公開講座

結晶・対称の魅力

松本崧生（金沢大学名誉教授）

Q.渡辺泰成

ラウエが回析結晶学を確立した当時、空間群理論はすでにできていたか

A.
空間群理論はラウエの X 線回析以前に発見されていた。空間群、平面群の導出と分類は 1890 年代初めに完成していた (Sohncke, Fedorov, Schoenflies, Barlow)。Röntgen の X 線発見が 1895 年。Laue, Friedrich, Knipping の copper sulfate による X 線回折実験が 1912 年 5 月。並進対称から、X 線回折格子を想定した。

Q.蛭子井博孝

対称性はある操作で重ね合わせることができることをいう。操作の点対称、鏡に映す、回転する、平行移動する。ここ 4 つ以外にも対称性操作がありそうですが、それはさておき、結晶の配置は unit 格子に貼付けになるが、unit 格子を細かくすれば、それは長方形格子の上に添付構造を見出すことができますか？

A.
並進操作をのけた外かく構造を大成構造としてもつのが結晶である。対称操作は多数あります。3次元結晶で、鏡面操作と多数の映進面がありますし、回転操作には 5 種の回転操作と多くのらせん操作もあります。ダイヤモンドの結晶構造をみて、Diamond glide plane を探してみてください。よい練習になります。結晶の並進操作の基底ベクトルで unit cell がまきまきります。従って全てが長方形にはなりません。

世界結晶年

車の形をしたユニットタイルの平面および立体の自己相似性非周期タイリング

渡辺泰成（千葉工業大学附属総合研究所、科学芸術学際研究所 ISTA）

Q.蛭子井博孝

ペントミノタイルは正方形 5 つからでき、これは 12 種あり、すべてのペントミノタイルにこの話を通じるであろうか。

A.
たぶんにある図形についてのみ自己相似性の話ができるようだ。今回用いた形はアルファベットの P を表したタイルで、 1×5 （アルファベットの I で表されるタイル）も自己相似性を持ちます。これに対し十字を表すアルファベット X のタイルは自己相似性がないことは自明である。

寺田寅彦から西川正治への結晶 X 線回折

根岸利一郎（埼玉工業大学）

Q.蛭子井博孝

X 線回折のらうえ像は電子顕微鏡でみた原子 1 個の画像と共通性はあるのですか。

A.
回析格子による像だから原子画像としてとらえられない。ちがう。

ペンタドロンとは何か

前畑謙次（イメージミッション木鏡社）、佐藤郁郎（宮城県立がんセンター）

ひとを支える形

招待講演・公開講座

「脳と手と腸が織りなす体性感覚と内臓感覚」

濱口豊太（埼玉県立大学）

Q.手嶋吉法

体性感覚と内臓感覚は、日常我々が使う用語である視覚、聴覚、触覚などとの対応は、どちらも触覚という理解で良いですか？

A.
体制感覚と内臓感覚を考えるとときには、ストレス自体とストレスを感じる人間とを分けて考えるようにするとわかりやすいと思います。体制感覚は触覚や圧覚、温冷覚のように、外界と接している皮膚から刺激を受けた脳が感じるものです。内臓感覚は口や肛門を閉じて外界と接していない臓器からの神経または液性の信号を脳が感じるものです。ここでご紹介しました内臓感覚は消化管由来の感覚でしたが、発生学からみると消化管は外胚葉から形成されていますので、消化管と皮膚とが同じように例えば「触る」刺激を受けると、物理的に刺激は同じです。ストレスも同じで、刺激の種類や量は同じでも受ける方がどのようにとらえるかで異なってきます。皮膚には消化管にある粘膜がないなど構造が異なることや、同じ刺激であっても感じて認識する脳が皮膚に比べて消化管を知覚しにくいですし、感覚受容器は形や分布の数が異なっていて感じ方は異なります。視覚や聴覚は光や音の受容器がかなり異なるので、これらは触覚や圧覚とは別の特殊な感覚と言えます。

6月15日（日）

世界結晶年

結晶の折り紙モデル

石原正三（埼玉県立大学）

Q.本多久夫

四面体モデルをつかえば炭素化合物がつくれると思うが？

A.
アミノ酸の連なりなら作れている。

Q.根岸利一郎

結晶の物理的内実を理解するには、球-棒モデルとスケルトンモデルの両方に利点があるのではないかと？

A.
私もそのように思っていて、両モデルの利点を使う表現方法があるはずで、それを追求していきたい。

円柱充填による結晶構造

手嶋吉法（千葉工業大学）、松本崧生（金沢大学名誉教授）、渡辺慶規（筑波大学）、小川泰（筑波大学名誉教授）

Q.本多久夫

できるだけ方向の偏りが少なくて軽いものはどの配置かという提案はできますか？

A.
方向の偏りが少ないとは、方向数が多いと言い換えられるでしょうから、今回説明した方向数（1方向、2方向、3方向、4方向、6方向）の中では、6方向が該当します。次に、軽い構造とは、充填率が小さい構造と言い換えられます。我々が調べた 6 方向の円柱による $\langle 110 \rangle$ 周期構造の充填率は、3 段階あり、約 0.49、約 0.38、約 0.25 ですので、三番目の構造が該当します。ただし、円柱の充填構造では、円柱をうまく間引くことにより、充填率を小さくできます。無限長円柱で考えると、充填率は幾らでも下げられますが、応用上は軽量化と強度の両面から、適切な構造を選択することになります。

第78回 形の科学シンポジウム 「こころのかたち・こころのゆらぎ」

シンポジウムサブテーマ「非線形非平衡物理学」

討論記録（記録のあるもののみ掲載）

- 【会期】 2014年11月22日（土）、23日（日）、24日（月、祝）
【会場】 佐賀大学鍋島キャンパス 看護学科棟1階講義室（5101） 〒849-8501 佐賀県佐賀市鍋島5-1-1
【主催】 形の科学会
【後援】 佐賀県（後援承認書 文 第1709号）、佐賀新聞社（後援承諾通知 平成26年11月18日付）
【代表世話人】 宮崎修次
〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町 京都大学情報学研究所
E-mail: syuji@acs.i.kyoto-u.ac.jp 電話 075-753-3388
【世話人】 富永広貴（佐賀大学）、一ノ瀬浩幸（佐賀大学）、石崎龍二（福岡県立大学）
【参加費】 会員・非会員ともに一般3000円、大学院生・大学生1000円、高校生無料、22日のみの参加は無料（一般公開）
【懇親会】 11月22日（土）18時～20時

討論記録には質問者の討論記録シートの記載にもとづいており、講演者の校正がないものもあります。

Q: 質問、A: 回答、C: コメント

討論記録

11月22日（土）

こころのかたち・こころのゆらぎ

招待講演

形あるものはいつか・・・

堀川悦夫（佐賀大学医学部）

Q.手嶋吉法

1. 線分の真ん中に印を付けさせるテストについて。スライドで示された例（印がかなり右寄り）は、被験者に視野欠損がありましたが、視野欠損が無い被験者に同様のテストをした場合に、真ん中からどれだけズレたら異常と判断されるかの判断基準はありますか。2. 視野欠損がある被験者も、線分を遠ざけて線分全体が視野に入ると、ほぼ真ん中に印を付けられるという理解でよろしいでしょうか。

A.

記載なし

Q.秦浩起

体軸の揺らぎの実験で、被験者に見せる+を振動させるとどうなるのか？

A.

より大きく揺れる。特に広い視野での刺激で大きくなる。明るさなどを揺すっても発生する。周波数特性については、重要な問題だが、被験者の酔いの問題などもあって未解明である。

こころのかたち・こころのゆらぎ

招待講演

精神疾患における行動制御系の破綻原理の機序解明に向けて

中村亨（東京大学教育学研究科）

Q.鳴海孝之

1. センサーの腕時計は加速度のみをカウントしているのか？ 2. 心拍数といったものを腕時計で読み取ることではできないか？

A.

1. ゼロクロスといって加速度データがある閾値をクロスする回数をカウントしている。2. 使用しているデバイスでは心拍数は計測できない。

Q.秦浩起

数日一週間といった遅い変動ではなく、脳神経レベルでの速い変動の中に、同じような間欠的な振る舞いがあるのか？

A.

Neuronal avalanche と呼ばれる神経回路網の自発発火現象がある。自発発火の間欠的パターンにもべき乗則がみられる。

発表では数日間の身体活動データに見られる間欠性を紹介したが、日内レベルでも活動の間欠性がみられ、気分と共変している。ただし、神経レベルでみられるミリ秒スケールでの間欠性と日内・日々間といった時間スケールでの間欠性をシームレスに繋ぐのは難しい。

Q.福井義浩

ヒトの活動量を測定するために非常に簡便な時計を使用しているよと思いますが、すべての精神疾患の方がずっとつけて頂けるのか。

A.

時計をつけて頂けるかどうかは患者さんによる。ケースバイケースではあるが、ご自身の健康と関連することなので、総じて健常人よりもコンプライアンスは高い。

C.高田宗樹

休息期間分布は活動期間の余事象の累積分布になっている。活動期間分布はワイブル分布になっており、生命系でみられる数理モデル化のアナロジーが期待できる。

Q.高田宗樹

休息期間と活動期間は排反とみていいのか。閉鎖環境下の覚醒度をみている研究があるが、今回はみているか。

A.

覚醒度を評価する指標は見えないが、非常に感度の高いセンサーが内蔵されており、睡眠レポログラフによる睡眠と覚醒判定と80%以上の相関があるデバイスである。身体活動度から睡眠・覚醒は判別できる。

Q.宮崎修次

(1) 双極性障害 I I 型の躁転のデータが示されたが、薬剤の投与を受けながらのデータであるのか。(2) 休息期間分布が逆冪則で、活動期間分布が stretched exponential となっているが、後者のような分布が得られる簡単な説明はあるのか。

(3) 最近、眼球運動から統合失調症を鑑別診断する研究が報告されたが、眼球運動の測定の方が精神疾患の診断には有益ではないのか。

A.

(1) 薬物療法中のデータである。その状況でも躁うつ転移がみられる。(2) 現象論的なモデルについては提案しているが、生成機序についてはわからない。その点に強い関心がある。(3) 眼球運動から診断する試みは興味深い。ただ、日常生活下での長時間の測定が困難である。その点で身体活動度は有用である。多角的な研究がなされ、最終的にはそれらを統合することによって精神疾患の客観的かつ定量的な診断が可能になればよいと考えている。

形の科学一般

招待講演

肥前陶磁のかたち

田中右紀 (佐賀大学文化教育学部)

Q.猪股雅美

1. ろくろの回転方向と転向力の関係はありますか。 2. 上絵具の赤を出す難しさは何が原因だと思いますか。(時間切れで会場で出 来なかった質問です)

A.

1. ロクロの回転方向は、日本への陶磁器生産技術流入の歴史的背景、陶芸集団 によって違う。転向力との関係は、有るような無いような。2. 上絵の具の赤は、鉄化合物の発色であり、酸素との結びつきで発色の変化が 著しいと共に、粒形の大きさで発色が変化する。一般に微細に磨れ ば磨るほど 赤の発色がよくなると言われる。ともあれ、化合物で産する鉄原料が一定しない ので組成が一定でない。焼成温度、雰囲気が発色が変化 することがあげられる。

非線形非平衡物理学

招待講演

平行平板放電に現れるプラズマの様々な構造

庄司多津男 (名古屋大学工学研究科)、下岡祐介 (名古屋大学工学研究科)、秦浩起 (鹿児島大学理工学研究科)

非線形非平衡物理学

招待講演

滴る水の形と動き

秦浩起 (鹿児島大学理工学研究科)

Q.手嶋吉法

1. 1 滴ずつ水滴が落ちるムービー (スローモーション再生) で、大きな水滴 (1 個目) の後、小さな水滴 (2 個目) と非常に小さい水滴 (3 個目) が落ちていくのがしばしば見えました。これら 3 種類の水滴の大きさ (体積あるいは直径) の比率は、毎回ほぼ一定ですか。2. 水滴がちぎれ落ちる際、1 個目だけの場合もあるのでしょくか (つまり、2 個目と 3 個目が発生しない)。

A.

小さい水滴 (サテライトと呼ばれます) は、(大きな水滴の意味で) 水滴落下が周期的でも、サテライトが生じる、生じないのレベルでは規則的でない場合もあります。もちろん、ほぼ毎回生じる、殆ど生じないという規則的な場合もあります。ここで「場合」と言うのは、偶然のことではなく、パラメータ (流速など) の違いに由来します。また、生じる際のサイズの関係は、だいたい同じですが比率など詳細は調べていません。

高校生セッション

粉体時計の実現及びメカニズムの追求

小寺星来、木下真由美、阪口友深、伊東陽菜、國澤昂平、友野稔太 (兵庫県立加古川東高等学校)

Q.手嶋吉法

今後の課題として「粉体時計が起こる原因を探る」ことが挙げられていましたが、本日の実験結果としては、片方に偏る場合だけが示されていました。粉体時計の現象は既に実現できているのでしょうか、未だでしょうか。

A.

未だできていない。

Q.秦浩起

粉体時計の前に、粉体が留まる理由は研究しているのですか？

A.

粒子が増えると振動からもらうエネルギーが小さくなるからではないかと考えているが実験はしていない。

Q.庄司多津男

しきりのある粉体の入った箱を振動させるとしばらくして片

方の部分に移ることを発表されましたが、移る方の左右の部分はどうしてきまるのか。箱の水平精度などと関係はあるのか。(箱を傾けてやってみるのもおもしろいと思います)

A.

毎回やるたびに、右に移ったり、左に移ったりするので特にどちらかに傾いているのではないと思うが理由はわからない。

非対称物体の変則回転運動に関する研究

松本拓哉、赤島しおり (福岡県立香住丘高等学校)

水平軸回転物体の形と飛行距離に関する研究

石川竜一郎、蒲原凜太郎 (福岡県立香住丘高等学校)

C.手嶋吉法 実験 1 で、飛行物体を手で投げていましたが、手投げでは飛行物体に与えられるエネルギーが毎回変わるので、発射装置 (例えばゴム式) を使った方が良いと思います。(追記) 発射装置に関する参考情報: インターネット検索で「リングシューター」を調べると、ジャイロ効果で直進する「飛行リング」を飛ばすための発射装置が出てきます。

<http://kokukagaku.cocolognifty.com/blog/2010/05/post8ab0.html>

Q.一之瀬浩幸

なぜ、X ジャイロは飛行距離が延びるのか。同じ質量のものを同じ力で飛ばした時と比較してより遠くまで飛ぶのか。

A.

X ジャイロ以外の形状について試していないのでまだよくわからない。

C.高木隆司

スポーツで使うボールの空力効果については多くの研究がなされている。その一般向け解説もあるので参考になると思う。

11 月 23 日 (日)

こころのかたち・こころのゆらぎ

薬剤効果の指標化のためのマウスの歩行運動解析

昌子浩登、花井一光 (京都府立大学・医・物理学教室)

Q.鳴海孝之

マウスを閉じ込めている壁は透明か？

A.

グレーで外は見えない。プラスチックでできている。

Q.庄司多津男

マウスの大きさと 囲いの大きさの比はどのくらいか？

囲いの大きさによって結果はどう変わるのか？

A.

比は十数倍程度 (写真より)。歩行時間の頻度分布は囲いの直径が 30 φ から 60 φ くらいまでは影響を受けるがそれ以上はそんなに変化がない (ので 60 φ を選んだ)。

Q.本多久夫

注目点を動かすか動かないかで見ておられるが、壁にぶつからないか、遠ざかるかなど他の注目点もあるのではないか。

A.

フラクタル解析など行われている。ここでは動かすか動かないかで行っている。

こころのかたち・こころのゆらぎ

宮崎修次 (京都大学情報学研究科)

Q.秦浩起

人間乱数の研究に大偏差統計で見る積極的な理由は？

A.

使い慣れた道具という面に加え、時間相関や大きな揺らぎの中に重要な情報が潜り得る可能性がある。

プロポーショナルフォントの布字構成

杵名健一郎、平田隆幸 (福井大学大学院工学研究科)

Q.鳴海孝之

文字間のスペースは各フォントで決められているが、文字の組み合わせに応じて文字間のスペースが変わるようなことはしないのか？

A.

現状ではそういったものは考えていない。

Q.島弘幸

文字そのものの美しさを判定するアプローチはあるか。

A.

現在はまだない。

高校生セッション

船の安定化には何が必要か

田中湧朔、中山雄斗、丸内あみる、森崎仁紀、中島靖章、中澤悠樹（佐賀県立致遠館高等学校）

Q.松浦執

船の重心の位置は水面の位置にくらべてどうなっているでしょうか。重心の位置をそろえて比較実験されるのがよいと思います。

A.

船の重心は水面の位置に合わせてるようにしています。

Q.秦浩起

船の傾きやすさの説明と、波の凶の関係はどんな風になっているのか？また、測定データはあるのか？

A.

船の底の部分は水面下なので、傾きやすさと関係するのは、波との接点より、波より下の部分の体積などの方がよいかもしれない。測定データはなくて、想像だけなので、もっと研究したい。

Q.高木隆司

三角形の船底を持つ船が静止して浮いているとき、水面はどこに来ているか。

A.

船の重心が水面と同一平面上にある。

電流が流れる導体の磁場中での運動

江島廉、濱江勇希、菖蒲健介、酒見真也、坂口友哉
（佐賀県立致遠館高等学校）

Q.松浦執

1. 棒の速度変化に伴う電流変動は計測されましたか。2. 磁場がある場合と無い場合とで、イオン化の速度に違いがありそうですか。

A.

1. 今回は電流の変動までは確かめていません。2. 今回は磁場の無い場合を測定していません。磁場がある方がイオン化が進みにくいと思います。

C.庄司多津男

実験1、実験2の電流を正確に計測したら、もっと分かりやすい結果の解析ができると思います。

C.小川直久

電源は定電圧源ではなく定電流源を用いてはどうか。導体が動くと、逆起電力が発生するので、電流が変化するのは仕方がない。

触媒とエステルの生成量の関係

原田純季、杉谷良太、山田伸之（佐賀県立致遠館高等学校）

Q.猪股雅美

なぜ生成量を調べたのか。「触媒」とは、反応エネルギーを少なくする＝反応時間の短縮であり、化学反応式に由来しないので、生成量には関係がないと思うのですが。（発表、上手でした）

A.

教科書の文章から、思い込んでしまった。今後の課題でやってみる予定です。

Allelopathy

森皓平、清水利玖、小宮淑、平原雅史、松林陽太
（佐賀県立致遠館高等学校）

Q.松浦執

植物の生育条件によって、阻害物質の分泌の状態も異なるかもしれない。野外実験、分離した株を温室などで培養しながらの実験なども並行して行い、生育環境との関係も検討されてはどうでしょうか。

A.

今後の研究課題として検討したいと思います。

C.一之瀬浩幸

植物の生育は周辺の影響が大きいので、単体での作用だけでなく実際の生育状態での実験（周辺の植生、密度、土壌などの効果）を検討してみてもどうか。

Q.猪股雅美

生きている植物でないと Allelopathy は出されないの、採取してからの時間条件をそろえる必要があると思うが。（昨年、根粒菌の研究担当だったので、土壌データとかありますよ）

A.

採取当日から1週間まで幅がある。今後条件をそろえて実施したい。

Q.山口喜博

○セイダカアワダチソウとススキが共生している。ススキが多い年とセイダカアワダチソウが多い年がある。このような変化の原因に Allelopathy 物質が効いているのでしょうか。○連作ができるできないという原因に、Allelopathy 物質が関係しているのでしょうか。

A.

記載なし

C.許斐亮

自分自身のアレロパシーが同種に影響を与えるのは確かです。今回のアレロパシーは根から出るものでありました。その対策として、アレロパシーを大量の水で取り除くということをして特にアスパラガスについては、佐賀県農業試験場で行っています。

ハノイの塔

池田尚輝、梅崎一彰、安武郁也、石動丸靖道、久保諒太
（佐賀県立致遠館高等学校）

Q.高木隆司

柱4本の場合、3枚ずつ2本の柱に積み、2本の柱は空いているという段階があることを前提としているように見える。常に1本の柱だけが空いているような方法をなぜ除外したのか。

A.

経験上、より多数の手続きが必要だから。

形と知

装飾に見られる力学性について一虹梁と黒薩摩に施された唐草文様を事例として

久保光徳、奥村恵美佳、田内隆利、植田憲
（千葉大学工学研究科）

小学生のつくる正方形上の迷路のかたちの変化

神嶋凌介、松浦執（東京学芸大学基礎自然科学講座）

Q.秦浩起

迷路を解く方の実験はどうなのでしょう？（続いて、解くことで作る方はどう変化するか まで質問するつもりだった）

A.

全員で、全ての班の迷路を解き、迷路を脱出する時間を児童にストップウォッチで測らせました。それを集計すると、1回目は特定の班の迷路に大きく時間がかかったことが見られ、2回目は多少差が見られる程度でした。ただし、児童の時間計測は正確、適切とはいいがたい例がしばしばあり、結果を比較、判断できるほど客観的とはいいがたいものでした。こ

これは実験系を開発する必要があります。今回は迷路作成と解読を2回行い、1回目と2回目の迷路の形の比較をし、作り方に工夫と改善が見られました。ただし、その改善方向は、1回目のセッション後に授業者が与えたヒントの方向と必ずしも同じではなく、自分たちの1回目の作品に基づいた改善方向の班が多かったと思います。全員でランダムに混合していく班は同じやり方でしたが、1人が描いて他が意見するタイプの班は1回目と違うやり方を試していました。

Q.西垣功一

興味深いおしごとですが、今回の結果を拝見して一回目と二回目の生徒さんらの対応の違い(二回目は一回目に試みなかったことを試みている傾向が見えたので)仮にもう一回すなわち三回試行の改善方式にしたときに正一反一合的な成長がみえるというような可能性はないでしょうか。

A.

今回作成したプログラムでは、今のような形になっています。そのようなこと(三回以上の試行)も試みたいと思います。それによって異なる面が見えて来るかと考えています。

形の科学一般

剛体折紙の畳込み経路における特異状態

渡邊尚彦(岐阜工業高等専門学校)

Q.松浦執

剛体折りモデルを、土地の褶曲の予想などに対して応用することはできそうでしょうか。

A.

今回発表は、剛体板とヒンジで構成される理想化された構造にみられる数理的性質を扱ったものですので、そのような理想化が可能であれば応用できるかと思いますが、直には分かりません。逆にそのような剛体折りモデルにより理想化ができる現象があればご教示いただきたいと思っています。

Q.高木隆司

剛体折りの性質について質問です。剛体折りの折り方では、三浦折りのように2点を持ってワンタッチで折りたたむという性質を持っているか、

A.

ワンタッチで折りたたむという性質は「機構を持つ」といわれる性質でこれは頂点に4本の折線が集中する構造にみられる。「剛体折り」はそれより広い枠組みで、剛体折紙の中には機構を持つミウラ折りのようなものも含まれるが、一般にはそうでないものも多い。

拡散方程式による開口端補正の計算

小川直久(北海道科学大学)、金子文俊(大阪大学理学研究科)

Q.手嶋吉法

1. 開口端補正の計算理論としては、レイリーによるもの、シュウィンガーらによるもの、そして本研究の3つがあり、いずれも同じ結果を与えると理解しました。これらの理論値は、実験値とどの程度一致しますか。2. 繭の透湿性を調べる実験で、水蒸気にさらすということですが、水を沸騰させるのでしょうか

A.

1. 実験との対応は把握していないが、理論的に、これらは全て長波長近似で同じ値になる。長波長近似を用いない(時間微分を無視しない)場合にきちんと計算できるのはシュウィンガーの、輻射インピーダンスの方法のみである。2. 普通に晒す。沸騰はさせない。

Q.本多久夫

イントロで述べられたカイコのマユの等湿性の問題との関連を教えてください。

A.

マユの壁で隔てられた空間の底に水(水蒸気)があつてその拡散を問題にしていることになる。

Q.高木隆司

拡散場の方法で、輻射場の方法と同じ結果になるのはどちら

もラプラス方程式(輻射場では時間微分もある)に従うからと理解してよいか。

A.

方程式と境界条件が同じなので、現象は異なっているが、同じ結果になる。ただし、これは長波長近似での話。(時間微分項は無視)時間微分の項を考慮すると、ラプラス方程式ではなく、輻射インピーダンスの方法でしか取り扱えない。

2次元結晶学を理解する為の触覚用結晶点群の開発

渡辺泰成(科学芸術学際研究所 ISTA)、池上祐司(理化学研究所)、手嶋吉法(千葉工業大学)、山澤建二(理化学研究所)

Q.三谷尚

「3だが3mではない mirror symmetry がない」このような演示、認識ができる仕掛けを作っては如何か。

A.

3と3mの違いが分かりにくいのは、例示した植物家紋の葉脈が3mになっているが、画像では分かり難く3の対称の印象を与えてしまいました。もっと分かりやすい3mの画像を探してみたいと思います。

Q.西垣功一

先生がご開発のツールは大変有用と思います。ところで、視覚障害の方にとって、ご自身の右手を左手で触覚し、左手を右手で触覚するということで、左・右鏡像性を感得できないものでしょうか。

A.

鏡の理解にそのようなことをおこなっているようです。(補足):形の上で視覚障害者に鏡の概念を説明することは分かりやすいが、指紋、手相のような詳細な部分は鏡像関係にないので、この点を注意する必要があります。健常者さえ鏡に映った像を自分自身と同じ像と誤解している人がいますが、左手と右手はどのように重ねてみても同じでないことが分かるので、視覚障害者だけでなく健常者にとっても手の活用は有用です。

非線形非平衡物理学

走性と増殖の競合で生成する3次元パターン

鳴海孝之(九州産業大学工学部)

C.本多久夫

多細胞生物内のパターン形成では走化性がないまま行われることも多い。しかしその時、細胞分裂の方向が重要になる。このようなシステムを作られれば興味深い。

Q.三谷尚

1. このシミュレーションで化学物質はバクテリア自身が出すのか。2. 別に与える化学物質もあり得て、その場合、同様にシミュレーション結果がでるのか。3. BCCとFCCのどちらにするか方程式のパラメータで制御できるのか。4. 2D三角格子は?

A.

1. Yes 2. Yes 3. No (系の領域サイズによって決まるので、1つの領域サイズでパラメータを変化させてFCCとBCCの両方を実現するのは難しい) 4. No (2D三角格子になることは自明ではない)

液晶対流を用いた乱流の輸送現象についての実験研究

日高芳樹(九大工)、前田和也(九大工)、永岡賢一(核融合研)、吉村信次(核融合研)、寺坂健一郎(九大総理工)、岡部弘高(九大工)、原一広(九大工)

Q.鳴海孝之

スライド中の画像でどこに液晶が封入されているのかも一度説明してほしい

A.

茶色い部分に半球を2つかぶせたものがあり、そこに透明電極が付いている。

Q.鳴海孝之

特徴的な振動数があるとのことだったが、その物理的意味は？

A.

発表で触れたのは、特徴的な振動数ではなく特徴的な波数、振動数について特徴的な何かがあるかは不明。

Q.秦浩起

1. 粗視化拡散係数のべき指数0.32の理由はわかっているか？ 2. 劣拡散をデータから明らかにしようとしているとの話があったが、その効果を生み出す物理的構造の目途・可能性は？

A.

1. 理論的予想はない。 2. わからないが、乱流にともなう液晶の配向欠陥が絡んでいる可能性がある。

11月24日(月、祝)

形の科学一般

6角形セルオートマトンにおける非対称性解析

蜷川繁(金沢工業大学)

Q.手嶋吉法

1. 「セル数が100×100の6角形セルからなるセル平面」とは、正6角形の形ですか、あるいは長方形でしょうか。 2. 境界条件は、どのように与えていますか。(追記) 周期境界条件の与え方によって、セルオートマトンで生成されるパターンがどのような影響を受けるのかに関心を持ちました。

A.

1. 長方形である。 2. 境界条件は周期境界条件であっています。つまりセル平面は2次元トーラスとなります。セル数が十分多ければ境界条件による影響は小さいと考えます。特に本研究が目的とする、対称性にもとづく特徴的なパターンの検出という点に関しては影響はないと思われます。

Q.石崎龍二

講演で紹介された6角形セルオートマトンに対する非対称性解析の手法は、正方形セルのセルオートマトンの解析にも使えるのでしょうか。

A.

当初の目標が、正方形セルのセルオートマトンの解析であったので、今後その解析に取り組みたいと考えています。

Q.松浦執

今回は3状態の6角形セルオートマトンの挙動を見せていただきましたが、状態数を増やすと、よりスケールの大きなグライダーが出現したり挙動が多様化したりすることがあるのでしょうか。

A.

一般に、状態数が大きい方が複雑な挙動が構成されることが知られています。システムを設計する場合には、状態数を大きくすることも有益と考えられます。例えば、フォンノイマンのCAは29の状態数を持ちます。ただし、状態数が大きくなると解析は難しくなります。

フーリエ変換を利用して連なりらせん数を決める

根岸利一郎、関口久美子、内田正哉(埼玉工業大学)

Q.石崎龍二

分割角が黄金角から外れた場合には、連なり数はフィボナッチ数にはならないのでしょうか。

A.

「分割角が黄金角から外れると連なり数がフィボナッチ数にならない」ということは必ずしも言えない。分割角が黄金角からのずれの程度に応じて、フィボナッチ数からずれたり、ルカ数が見えたりする。

Q.一之瀬浩幸

そもそもヒマワリの種はどのように増えるのか。種の増え方とその結果が「分割角が黄金角のらせん状になる」とは密接に関連しているはずだ。

A.

実はヒマワリの種の増え方はよく知らないが、種の隙間から

新しい種が生じるやり方でも同様の形ができるので実際はそのようなことなのかもしれない。

竹はなぜ節をもつのか? ~剛と柔が共存する竹形態の妙~

古屋健(山梨大学生命環境学部)、岡本佳子(山梨大学生命環境学部)、佐藤諭佳(北海道大学工学部)、佐藤太裕(北海道大学工学部)、島弘幸(山梨大学生命環境学部)

Q.山口喜博

一晩で30~50cm積もったH26年の2月の大雪のような場合に雪の重みに熱帯性の竹は耐えられるのでしょうか

A.

熱帯性の竹には、鉛直方向に強い力が加わることが少ない。そのため、縦方向の外力に対する高い耐久性はないと思われる。ただし竹はさほど表面積が大きくないので、重みに耐えられなくなるほどの大量の雪が竹に積もることはない。よって、大雪の際に竹が雪の重みで座屈することはないと考えられる。

C.本多久夫

竹でない樹木の場合、長年にわたり適切になるように調節しながら成長する。竹の場合、小さな筍のうちにすべての構造ができて後は急激に拡大するだけ。そんな短時間に合目的な形ができるのは不思議である。

星形空間充填立体、およびその表面のフラクタル次元について

金築裕(島根県立東部高等技術校)

Q.手嶋吉法

コンニャク石を構成する砂粒の形は、全て合同な星形12面体なのでしょうか。それとも星形12面体に近い形が時々見られる程度なのでしょうか。

A.

コンニャク石については既に日本材料学会において報告しております。今回模擬星型を主体としたため省略し、申し訳ありませんでした。既報において述べておりますが、この石材はほぼ均質の球状の石英粒が高温高圧の状態下で圧密されたもので、断面で見ますと様々な形態(周長と面積の関係)がある範囲で分布しており、この分布が星形12面体によるものであることを、実験的にも確認しております(但し圧密により界面は曲面となっており立体幾何学的な星形12面体ではなく空間を充填するため金平糖のように表面が曲面になっています)。

Q.手嶋吉法

面体を充填した時の充填率が約76%とのことですが、どのような計算から得られますか。その計算は周期構造に対するものなのでしょうか、あるいは5回回転対称を有する準周期構造に対するものなのでしょうか。

A.

星形12面体8個を最密充填で噛み合わせた構造は、糸魚川での本会シンポジウムで報告しましたが、その構造は結晶学的には8個がコーナーに配置された単純三斜晶です。したがって充填率は星形12面体1個の体積と単純三斜晶のユニットセルの体積の比を求めることによって算出しました。結果は同一方法で求められた剛体球の最密充填である面心立方構造(74%)とほぼ同等(70%)であることがわかりました。剛体球の単純立方構造では52%であることから、このような高充填率は突起相互の噛み合いによるものと考えています。

C.手嶋吉法

5個の立方体を直線的に面連結した正4角柱を基本構造とし、それを6本組み合わせることで模擬星形が構成されている。元の星形12面体は5回回転対称を有するが、模擬星形にはそれがありません。模擬星形で長距離秩序を持つ構造を作れるから星形12面体でも長距離秩序を持つ構造を作れるという結論でしたが、論理的に飛躍があると思います。

A.

星形12面体を模擬星形に変換する際に、星形12面体に内在する3個の黄金長方形の関係を基本としております。したが

って、頂点とそれら相互の角度の関係は保存されています。模擬星形ではご指摘のように5回転対称は顕わな形では認めにくくなっています。すなわち頂点が正4角柱に採り込まれ見え難くなっています。また、平面では5回対称性の長距離秩序は困難ですが、今回のケースは立体(集合体)であり、3軸織り構造から確認できたことから、顕わな五角形(頂点が点)ではなくポリキューブを試用したことで長距離の規則的な構造が確認できたと考えております。

有機アモルファス真空蒸着膜における非中心対称分子配向～分子の形がつくる自発的秩序構造

磯島隆史(理化学研究所)

Q.石崎龍二

紹介された非対称サイコロモデルでのサイコロは、結晶ででしょうか。

A.

サイコロとみなすのは分子です。分子を基板の上にランダムにころがします。様々な方向を向く分子同士がくっついて物質ができあがるため、エネルギー的にみて高い状態の物質が作られると考えます。

Q.島弘幸

表面電子状態を変調できるというアプリケーションについて詳しく教えてください。

A.

表面に生じる弱い電場により、電子エネルギーバンドやHOMO、LUMOのエネルギー値を膜厚方向に沿って滑らかに変化させることができる。

面積ランダム充填—新しいランダム逐次充填問題の提起—

種村正美(統計数理研究所名誉教授)

Q.手嶋吉法

1. 面積ランダム充填における充填率の定義をもう一度説明してください。 2. 2次元での面積ランダム充填は、1次元では「長さランダム充填」、3次元では「体積ランダム充填」として、同様に定義できると理解しました。3次元での計算も既にされましたか。

A.

1. 臨界面積(許容される占有面積の最小値)と実際に充填された点(個体)の数を掛け合わせて、それを領域の全面積で割ったものです。 2. 3次元での計算はまだやっていません。

C.本多久夫

要は面積の確保である。そこにある点の位置は重要ではなくなる。一定位置の巣を持たない動物のなわばりはこれにあたる。生きていくためにある面積が必要。その実現方法を述べたことになる。

正多面体の面連結から生成される螺旋構造について

伊藤圭汰、手嶋吉法(千葉工業大学機械サイエンス学科)

Q.島弘幸

B—Cヘリックスが滑らかに坂を転がる条件は何か。

A.

実験より、軸方向におおよそ20個以上つなげると滑らかに転がることを確認しました。連結個数と転がり易さの関係を理論的あるいは幾何学的に解明することを目指して、現在考察中です。

寒天培地の表面形状による微生物の増殖制御

内山茂、磯島隆史、中村振一郎(理化学研究所)

Q.松浦執

コロニー界面で菌は集団運動しながら増殖していることが見られます。表面構造が変わる境界で、コロニー界面の密度も変わっているように見えるので、界面での運動も違っているのではないのでしょうか。

A.

今後、そうした詳細な観察を行っていきます。

Q.一之瀬浩幸

菌の増殖には単体だけではなく周辺の菌との情報のやりとりが関わっているのではないか。培地表面の微細構造が菌同志の情報伝達に影響を与えている可能性はないか。

A.

可能性はある。音の情報伝達の影響を調べてみたことがあるが、その際はよくわからなかった。

Q.高木隆司

(1)菌が増殖するとき、菌は培地の上に重なっているのか、あるいは、内部に潜り込むことはあるか。(2)もし、乗っているのであれば、内地の表面積を増した方が増殖が速いのではないか。

A.

(1)内部に潜り込むことはほとんどない。(2)凹凸によって面積が増える場合は菌が溝にはまりこむと、動きがとれなくなって増殖しなくなることが考えられる。

Q.松浦執

コロニー界面で菌は集団運動しながら増殖していることが見られます。表面構造が変わる境界で、コロニー界面の密度も変わっているように見えるので、界面での運動も違っているのではないのでしょうか。

A.

今後、そうした詳細な観察を行っていきます。

Q.一之瀬浩幸

菌の増殖には単体だけではなく周辺の菌との情報のやりとりが関わっているのではないか。培地表面の微細構造が菌同志の情報伝達に影響を与えている可能性はないか。

A.

可能性はある。以前、音の情報伝達の影響を調べてみたことがあるが、その際はよくわからなかった。

Q.高木隆司

(1)菌が増殖するとき、菌は培地の上に重なっているのか、あるいは、内部に潜り込むことはあるか。(2)もし、乗っているのであれば、内地の表面積を増した方が増殖が速いのではないか。

A.

(1)内部に潜り込むことはほとんどない。(2)凹凸によって表面積が増えることになるが、菌が溝にはまりこむと、動きがとれなくなって増殖しなくなることが考えられる。

江戸鍋島焼(皿)の対称模様—数個の例

松本松生(金沢大学名誉教授)

Q.渡辺泰成

カラーシンメトリーの結晶群について、科学の場合は3次元空間群に加えてスピンの上向き、下向きを区別して白黒群が定義されているが、芸術作品のように多色の場合、結晶群の定義は国際的に何か決められているか。

A.

黒白2色群、反対称群は、3次元では、反並進を含むものが517種、含まぬものが674種、計1191種の黒白空間群に、単色の230種と、黒白重ねる操作 $1'$ を元として含む230種灰色群と加えた総計1651種の空間群があり、Shubnikov群とよばれる。Belov群には、111種の3色群、2170種の4色群、661種の6色群が導かれている。アルハンブラ宮殿の模様には多色群がみられるし、家紋には点群で解釈されたりしている。今回の江戸鍋島焼、とくに皿の模様は、2次元対称性で解釈できる。結晶学的制約にとらわれず、一般の回転対称で考察した。周期構造の平面群では、多色群で考える。例えば、単色17平面群、462色黒白群、233色群、964色群、145色群、906色群、157色群、1668色群が導かれている。他にも提案されていることもあります。私自身よく理解していません。参考文献 A. V. Shubnikov, V. A. Koptsik, "Symmetry in Science and Art", Plenum Press, 1974, A. V. Shubnikov, N. V. Belov, "Colored Symmetry", Pergamon Press, 1964, 定永両一、「結晶学序説」岩波書店、1986, T. W.

Wieting 1981; Grunbaum, Shephard, "Tilings and Patterns" 1987.

非線形非平衡物理学

非一様温度分布における臨界現象について

高木隆司 (東京農工大学)

Q.手嶋吉法

1. スライドおよび予稿原稿の図2で、界面の中央部に臨界状態が描かれている図がある。これは、実際の系で真上から見たとき、臨界状態が界面を真つ二つに分断した図でしょうか、あるいは、界面の中央部に円形の臨界状態が出来ることを示した図でしょうか。 2. 計算機実験で用いた3次元格子は、単純立方格子ですか、面心立方格子ですか。 3. 単純立方格子上において格子気体モデルを用いた計算機実験で局所的な臨界状態の出現が確認されたとして、現実系でも局所的臨界状態が出現すると言えるのでしょうか。

A.

1. この図は概念図なので、2次元空間での直線的界面を分断したと見てもよいし、3次元空間での平面の界面内に円形の穴が開いたとみてもよい。 2. 単純立方格子です。 3. 「言える」と言いたい所であるが、実験的に確認する必要がある。以前、筑波のある研究室を訪ね相談したが、実現しなかった。

Q.石崎龍二

超臨界流体の性質を調べるために2次元格子気体モデルを使って、導出された結果について、3次元でなければわからないということ述べられたようですが、それはどのようなことでしょうか。

A.

それは3次元というよりも、重力の効果が入らなければ、まず気体や液体の領域が分離する状態ができない、という意味で述べました。

周期倍分岐で生じた周期軌道の記号化

山口喜博 (帝京平成大学)

Q.石崎龍二

今回の導出された漸化式や導出方法は、エノン写像族の他の写像にも適用できるのでしょうか。

A.

エノン写像族に限らず、スメールの馬蹄が存在する写像であれば、この手法は使えます。

カオス結合系の視点から見たコラッツ問題

植松広一郎、宮崎修次 (京都大学大学院情報学研究所)

Q.石崎龍二

今回の講演では、カオス結合系のことについて言及されなかったように思いますが、如何でしょうか。

A.

予稿にはカオス結合系について記述しているが、コラッツ問題に関して、グラフ理論を応用し、Collatz tree をある種の複雑ネットワークとして捉え、その幾何学的な特徴を、二股に分かれるところの近傍の構造に着目した研究の進展があったため、この研究を中心とした発表を行った。

(共著者補足) コラッツ写像は、奇数の場合、3倍して1を足し、偶数の場合、2で割る。写像の傾きが1より大きい場合と1より小さい場合が不規則に繰り返す。この点は完全カオス同期の写像モデルに似ている。1に到達するまでの時間の長短で初期値を色分けしたり、3倍するところを、5倍に変えて、複数の安定周期軌道が共存する場合のベイスン構造を調べるとカオス結合系に類似した性質を持つという視点である。今回の講演では、Collatz tree を複雑ネットワークと見立てその統計特性を探った。次数だけに目をつけると出次数1・入次数1のノードと出次数1・入次数2しかない。そこで、入次数2の二又のノードでCollatz tree を切断すると、ジグソーパズルのピースに相当する部分グラフの形状が3種類しかないこと、任意の自然数を6で割るときの商と余りで

その自然数がどのピースのどの位置にあるのかを一意的に定めることができること、従って、Collatz tree 各ピースが全ての自然数を網羅することを示した。

Q.高木隆司

出次数、入次数とは何か。

A.

無向グラフであれば、あるノードに接続しているリンクの数が次数となる。有向グラフでは、ノードから外向きに出るリンクと入ってくるリンクの二種類があり、それぞれの次数を出次数、入次数という。

AC トラップ中の少数帯電微粒子群の平衡配置とゆらぎの統計的性質

石崎龍二 (福岡県立大学人間社会学部)、秦浩起 (鹿児島大学大学院工学研究科)、庄司多津男 (名古屋大学大学院工学研究科)、濱岡翔太 (名古屋大学大学院工学研究科)

Q.山口喜博

2粒子系の場合、準周期解からカオスへの転移の原因は何でしょうか。

A.

その原因については、今後解明したいと考えています。

加振されたボルト上のナットの運動とその現象論的モデル系
富永広貴 (佐賀大学医学部)、宮崎修次 (京都大学情報学研究所)

Q.手嶋吉法

電動歯ブラシによってボルトに与えられている振動は、どの向きでしょうか (ラジアル方向、アキシャル方向、それら両方など)

C.手嶋吉法

ボルトが正確に水平固定され、ナットの形状がアキシャル方向に対称な形だと仮定し、かつボルト全体を一樣に加振した場合、特定の方向にナットが動く理由は無いように思います。今の場合、電動歯ブラシをボルトの一端だけにあてていること及び振動の向きによって対称性が破れているように感じました。

A.

ラジアル方向、アキシャル方向を完全に分離することはできませんので、両方混じった振動だと考えています。ブラシを当てる以外にも、ブラシを取って本体先端を直接当てる、ゴムチューブで連結させるなど、色々な振動の与え方をしていますが、当て方により左右どちらの方向への回転運動でも起こります。おっしゃる通り加振体の当て方に何らかの非対称性があり一方回転が生じるのだと思います。

○新入会の皆様(敬称略)

伊藤 正裕 東京医科大学 人体構造学分野
濱田 敏博 物理文化研究所 (再入会)

○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。

伊藤 正裕

A: 肉眼解剖学、組織学 B:形態発生(生命や街)

濱田 敏博

A: 科学認識論 B:

○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。ぜひ一度ごらんください。

○2014 年度第 2 回形の科学会運営委員会議事録

2014 年度第 2 回形の科学会運営委員会議事

日時：2014 年 11 月 22 日 (土) 13:00-14:00

場所：〒849-8501 佐賀市鍋島 5-1-1 佐賀大学 (鍋島キャンパス) 看護学科棟 2 階講義室 (5202)

出席者 (敬称略)：海野啓明、高木隆司、高田宗樹、手嶋吉法、西垣功一、福井義浩、松浦執、宮本潔、山口喜博

議題：

(1) 会員関係報告 2014 年 11 月 21 日付会員総数 406 名 (ジュニア会員 4 名) (2013 年 11 月 4 日付 412 名)

(2) 2014,15 年度役員について次のように報告された。

[幹事]

庶務幹事：松岡 篤

財務幹事：宮坂 寿郎

渉外・広報幹事：石原 正三、塩澤 友規、手嶋 吉法

出版幹事：高田 宗樹、平田 隆幸

FORMA 編集委員長：高田 宗樹

会誌編集委員長：平田 隆幸

学会賞選考委員長：宮本 潔

監査役：平山 修

[そのほかの諸担当]

FORMA 編集幹事：高田 宗樹、日高 芳樹

会誌副編集委員長&会誌編集事務局長：清水 裕樹（2014年12月から 吉野 隆）

形シュレー等企画：石原 正三、高田 宗樹、手嶋 吉法

学会 web サイト管理：杓名 健一郎、海野 啓明、手嶋 吉法

(3) 2014年度活動について、次のように報告された。

・形の科学シンポジウム

第77回：埼玉県立大学教育研修棟 2014年6月13日・15日「ひとを支える形」（副テーマ：世界結晶年）（世話人：石原正三）を開催した。

第78回：2014年11月22日（土）～24日（月祝）「こころのかたち・こころのゆらぎ」佐賀大学鍋島キャンパス看護学科棟1階講義室、代表世話人：京都大・宮崎修次（佐賀大・富永広貴、福岡県立大・石崎龍二）を開催した。

・会誌第29巻1,2号を刊行した。3号も刊行予定。

・FORMA Vol.29を刊行した。

・2014年度形の科学談話会「かたちシュレー」検討中である。

（その後次のように実施されることになった。「かたちシュレー 2015@熱海」2015年3月13日（金）～14日（土）東洋大学熱海研修センター 世話人：吉野隆）

・「Bahman Kalantari 博士講演会」7月2日（水）（福井大学文京キャンパス）を福井大学と共催した。

・統計数理研究所「2014年度数学協働プログラム採択ワークショップ 知能システム工学専攻談話会」12月26日（金）（福井大学文京キャンパス、主催：福井大学）を共催する。

・日本地球惑星科学連合「遠洋域の進化」セッションを開設して、生形氏に招待講演を依頼した。

・旭町学術資料展示館サテライトミュージアム企画展示「新潟のジオパーク展 ―糸魚川と佐渡の魅力―」（2014年7月12日（土）～8月29日（金））を後援した。

・第16回日本感性工学会大会を協賛した。

(4) 2015年度活動計画が次のように報告された。

・シンポジウム

第79回：「生物形態でみられるねじれ・らせん・回転」代表世話人：本多久夫、会場世話人：手嶋吉法（会場：千葉工業大学津田沼キャンパス、会期：検討中（2015年6月12日（金）～14日（日）に決定））

第80回：テーマ検討中、代表世話人：松浦昭洋（東京電機大学）、会場：東京電機大学、会期：11月ごろ（検討中）

・会誌第30巻1～3号を刊行する。

・FORMA Vol.30を刊行する。

・2015年度「かたちシュレー」を実施する。

(5) その他

・会誌事務は12月をもって清水裕樹さんから吉野隆さんに交代する。

(以上)

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)

2014年11月2日

○第78回形の科学シンポジウムプログラム公開

【会期】2014年11月22日(土)~24日(月・祝)
【会場】佐賀大学(鍋島キャンパス)〒849-8501 佐賀市鍋島5-1-1 <http://katachi-jp.com/sympo78>
プログラムを公開しています。
<http://wwwfs.acs.i.kyoto-u.ac.jp/~syuji/20141122/abstract/index.html>

本シンポジウムは大変興味深いテーマであり、また高等学校との大きな交流の機会になっています。ぜひご参加ください。

【参加申込締切日】2014年11月14日(金)正午 参加申込(講演代表者以外)参加登録フォームはこちらです。<http://katachi-jp.com/moushikomi-sanka>

2014年11月11日

○第78回シンポジウム「懇親会参加申込」と「宿泊施設の斡旋」の申込期限について

第78回 形の科学シンポジウム(会場:佐賀大学)の「懇親会参加申込」と「佐賀大学宿泊施設の斡旋」は【11月14日正午】をもって締め切りとなりますので、ご希望の方は、お早めにお手続きをお願いします。懇親会参加申込は以下のサイトから:
<http://katachi-jp.com/moushikomi-sanka>
佐賀大学の宿泊施設をご希望の方は、代表世話人の宮崎修次先生宛(syuji@acs.i.kyoto-u.ac.jp)にメールで申込んでください。

2014年11月11日

○FORMA 最新論文(Vol. 29 (No. 1 および Special Issue))のご案内

Contents: Vol. 29 (No. 1), pp. 1-*, 2014
<http://www.scipress.org/journals/forma/toc/2901.html>

2014年12月01日

○雪形ツアーのご紹介

会員のDr. ナダレンジャー納口先生から、毎年恒例の雪形ツアー2015年のご案内をいただきました。雪形ツアー、かなり貴重な経験ができます。締切が早いのでご注意ください。

第20回雪形ウォッチング利尻大会のお知らせ

皆さま、大変、お待たせしました。今回は沖縄、チリとの激しい三つ巴招致レースに勝ち残った利尻島での開催です。しかも記念すべき第20回目、物好きとしか言いようのない回数です。さて、例年よりも早めにお知らせしたのは、開催地が北海道の離島ということもあり、宿泊等の関係で早めに参加希望者の概数を抑えたいからです。欠航というリスクもありますが、それさえ笑いに変える大らかな心をお持ちの皆さまの参加をお待ちしております。お忙しい方は1泊2日の弾丸ツアーも可能です。ところで、そもそも「雪形ってなあに?」という方も、ご安心ください。参加者の半分はそのような方です。遊び心と冒険心と決断力さえあればまったく問題ありません。お一人でも、ご家族でも、カップルでも楽しめます。いいお友達に会えるかもしれません。

主催:国際雪形研究会・日本雪氷学会北信越支部
共催:利尻島調査研究事業事務局
実行委員長:佐藤雅彦・佐藤里恵会員
開催日:2015年5月9日(土)、5月10日(日)
宿泊・シンポジウム場所:ホテル利尻(北海道利尻郡利尻町杵形) 島内の港・飛行場からホテルまでバス送迎あり。

プログラム:

9日15時 受付開始(ホテル利尻)
18時 交流会(夕食)
19時半ミニシンポジウム
22時半真夜中の花火大会
24時 希望者のみの朝まで分科会
10日 6時 希望者のみの早朝サバメシ体験
7時半貸し切りバス出発
雪形ウォッチングと島内観光
11時頃 駕泊フェリーターミナル解散
参加費(予定):15,000円(1泊2食、10日バス代込み)

必需品:遊び心(無料レンタルあり)
冒険心と決断力(欠航のリスクあり、こちら無料レンタルあり)

定員:ざっと50名くらい
第1期申し込み締め切り:2014年12月19日(金)

問い合わせ・申し込み:〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1 独立行政法人 防災科学技術研究所
納口恭明(Dr. ナダレンジャー) nhg@bosai.go.jp
TEL 029-863-7753 FAX 029-863-7510
マル秘詳細は第2報にて、申し込まれた方にもお知らせします。

2015年2月12日

○かたちシューレ2015@熱海のご案内

<http://katachi-jp.com/schule201503> 形の科学懇談会「かたちシューレ2015」のご案内です。形の科学に

関する講演と討論を行います。上記 URL から申し込んでください。場所は静岡県・熱海市です。宿泊者数に限りがあるので「講演・参加の別なく先着申し込み順で満室になるまで募集」とさせていただきます。満室は約20名ですが、別の利用者が先に予約すると20名よりも少なくなります。すべて相部屋です。和室は自分でお布団を敷きます。部屋割りは当日発表します。お風呂は温泉です。延泊はできませんが、前泊は交渉しますので代表世話人にご相談ください。

【会期】2015年03月13日(金)～03月14日(土)

【会場】東洋大学熱海研修センター〒413-0006 静岡県熱海市桃山町1-12 Tel&Fax 0557-85-4399

<http://www.toyo-atami.com/>【代表世話人】吉野隆(東洋大学理工学部) tyoshino@toyo.jp【世話人】高田宗樹(福井大学)【参加費】5,700円(学生・一般)(宿泊および夕・朝食代として)(お酒を召し上がる場合には別途会費を集めます。バスタオルがありません。レンタルする場合はレンタル料100円がかかります)

【参加申込締切】2015年02月27日(金)

【予稿申込締切】2015年03月06日(金)(予稿は2枚以内で、会誌に掲載予定)

【会場説明】1)交通 JR東海道新幹線 熱海駅より徒歩10分(かなりきつい上り坂です)

2)会議スペース:大型モニターとホワイトボードがあります。人数が多い場合にはイスのみの席となる場合があります。必要な機材がありましたら代表世話人にご相談ください。

3)ネット環境はありません。携帯電話の電波は入るので、ネット接続が必要な場合にはご自身で確保してください。

【プログラム(未定)】

03月13日(金)12:45～13:00 受付

13:00～17:00 発表(1)

18:00～19:00 夕食・懇親会

20:00～22:00 自由討論

03月14日(土)08:00～08:30 朝食

09:00～12:00 発表(2)

2015年2月14日

○平成27年度形の科学会賞

形の科学会 会員各位

「平成27年度形の科学会賞」候補者推薦について
形の科学会学会賞担当幹事 宮本 潔

厳冬の候、ますますご清祥のことと拝察いたします。さて、平成27年度の学会賞候補者の推薦受付を行います。締切りは平成27年3月30日(月)です。

本年も功労賞、論文賞および奨励賞の推薦をお願いしたいと思いますので、下記の学会賞規則をお読みのうえ、ふるってご推薦の程お願いします。推薦書の様式は、形の科学会公式Webサイト

(<http://katachi-jp.com/>) からファイルをダウンロードできます。

2015年2月17日

○第79回形の科学シンポジウム@千葉工業大学 講演募集

下記のように、形の科学シンポジウムの講演、展示、参加を募集します。メインテーマは【生物に見られる「ねじれ」構造】です。多数のご応募をお待ちしております。

第79回 形の科学シンポジウム： 生物に見られる「ねじれ」構造

(最新情報を <http://katachi-jp.com/sympo79> に掲載します)

サザエの貝殻やアサガオのつるなどに見られるらせん構造に目を向けてみます。これがDNAやタンパク質に見られるらせん構造、内耳のうずまき管(蝸牛管)、大腸を身体の正面から見れば時計まわりに走行していること、心臓が当人の身体の左に片寄っていること、カレイやヒラメの目が一つの側に片寄っていることなどに向かいます。

らせん構造の原因は「ねじれ」ですが、これは形態形成中に生じたバイアスの蓄積と考えてよいことがあります。バイアスは誤差のゆらぎとして生じる以外に、生物では積極的な理由があって生じることもあります。さらには、「ねじれ」は左右非対称性と深く関わりますが、右回りか左回りかを遺伝情報がきめているように見えることもあります。

「ねじれ」にまつわる問題は形の科学が対象とする問題です。形の科学の現場にいらっしゃる皆さんからの興味深い事例や、これまでの個々の事例の統一的理解の提案、「ねじれ」が生じるメカニズム、ゲノムが大きな働きをしているという立場の現代生物学からの報告などを募ります。右脳左脳、右利き左利き、民俗学や文芸で見られる左右の区別などについてもご発表をお待ちしています。

招待講演(シンポジウムメインテーマ「生物に見られるねじれ構造」の招待講演者2名が決まりました)

・倉永英里奈先生(理化学研究所・神戸) 多細胞動物は人工物とちがって回転するパーツはないと思われていたのにハエの生殖器官には回転部分があります。これを観察し機構を分子生物学の手法で詳しく研究されておられる倉永先生に話をお願いしました。

・平島剛志先生(京都大学) 哺乳動物の精巣上体には複雑ならせん構造が見られます。この構造の形成をチューブの座屈とみて見事なシミュレーションが行われました。この機構は生体中の他の器官でもみられ、幅広い考察を聴かせていただきます。

開催概要

【会期】2015年6月12日(金)、13日(土)、14日(日)

【会場】千葉工業大学津田沼キャンパス内 交通案内 <http://www.it-chiba.ac.jp/institute/access/tsudanuma.html>

【プログラム】5月下旬に掲載予定

【主催】形の科学会

【代表世話人】本多久夫(神戸大学大学院医学研究科) 問合せ先 E-mail: hihonda@hyogo-dai.ac.jp

【世話人】会場担当：手嶋吉法(千葉工業大学) 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大

学 工学部 機械サイエンス学科 TEL: 047-478-0645

FAX: 047-478-0575 E-mail:

yoshinori.teshima@it-chiba.ac.jp 【参加費】 会員・非会員ともに一般 5000 円、学生 1000 円（金額は予定額）【懇親会】 2015 年 6 月 13 日（土）夕方に予定しています【懇親会費】 一般 4,000 円、学生 2,000 円（金額は予定額）

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】 web サイトから申込、および概要原稿送信を受け付けます。

【講演申込締切日】 2015 年 4 月 23 日（木）

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

【予稿原稿提出締切日】 2015 年 5 月 7 日（木）

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

【参加申込締切日】 2015 年 6 月 5 日（金）

<http://katachi-jp.com/moushikomi-sanka> ※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。講演申込をした方は、「参加（聴講）申込みフォーム」は不要です。

発表希望セッション(以下 1~6 から一つ選んでください)

1. 生物に見られる「ねじれ」構造：第 79 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. ジュニアセッション:ジュニア会員のご研究発表。
5. 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。展示のみの場合、5 分間のご講演もお願いする予定です。
6. 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します。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。

<注意事項>

○ご講演はお一人一件までとします。

○発表時間 25 分（講演 20 分+質疑応答 5 分）を予定しています。

○形の科学シンポジウムでは、多様な分野の研究成果を「形」をキーワードにして共有することを目的としています。そのため、分野別の並行セッションは設けず、単一のセッションに全員で参加する形式をとっております。また異分野理解を促進するため、分野外の参加者に分かりやすい発表の工夫をお願いするとともに、発表時間をやや長めに設定しています。

○展示作品等の管理は、基本的に出品者ご自身をお願いしております。事前搬入につきましては世話人とご相談いただきます。

2015 年 2 月 24 日

○サイエンスアートの展示会「ISTA ビエンナーレ:サイエンス・アートの饗宴」のご案内

【主催】 NPO 法人・科学芸術学際研究所 ISTA（現在の理事長は、高木隆司です）

【会期】 2015 年 3 月 23 日（月）-28 日（土）、

【時間】 11:30-19:30、ただし 28 日は 11:30-16:00 日曜休廊

オープニングレセプション 3 月 23 日（月） 17:30~

ギャラリートーク 3 月 23 日（月） 18:30~

【会場】 東京都台東区きた上野 2-30-2 「いりや画廊」
地下鉄入谷線、入谷駅 1 番出口より 1 分

http://www7b.biglobe.ne.jp/~gallery_iriya/index.html

【概要】 サイエンスアートとは、科学的な概念をアートで表現したもの、あるいは新たに開発した科学的手法を応用して制作したものと考えています。アーティスト、科学者による作品、あるいはこれらの共同制作を展示します。

【レセプションとギャラリートーク】 3 月 23 日、17:30-19:30

作品展示:浅野千秋,石垣 健,大内公公,小堤製作所,柴田美千里,関口佳明,関根由希子,高木隆司,高橋翔子,高橋 望,田尻健二,坪谷彩子,谷川千賀子,水越亘将,蓑曲在道,山内啓司,吉川信雄,吉田富久一,渡辺泰成

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相当であると判断された場合は、改訂を求めること、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)	吉野 隆	(最適化学・地球科学)
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

吉野隆 350-8585 川越市鯨井 2100, 東洋大学 理工学部 機械工学科

Phone: 049-239-1396, Fax: 049-233-9779, Email: tyoshino@toyo.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相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、次回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。予稿テンプレートは <http://katachi-jp.com/paperkitei> からダウンロードできます。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 2.5 cm 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 2.0 cm 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あります。

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、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 カ ー ド (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： 勤務先 自宅 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 79 回 形の科学シンポジウム 「生物に見られるねじれ構造」

講演募集

メインテーマ「生物に見られるねじれ構造」

サザエの貝殻やアサガオのつるなどに見られるらせん構造に目を向けてみます。これが DNA やタンパク質に見られるらせん構造、内耳のうずまき管（蝸牛管）、大腸を身体の前側から見れば時計まわりに走行していること、心臓が当人の身体の前側に片寄っていること、カレイやヒラメの目が一つの側に片寄っていることなどに向かいます。

らせん構造の原因は「ねじれ」ですが、これは形態形成中に生じたバイアスの蓄積と考えるとよいことがあります。バイアスは誤差のゆらぎとして生じる以外に、生物では積極的な理由があつて生じることもあります。さらには、「ねじれ」は左右非対称性と深く関わっていますが、右回りか左回りかを遺伝情報がきめているように見えることもあります。

「ねじれ」にまつわる問題は形の科学が対象とする問題です。形の科学の現場にいらっしゃる皆さんからの興味深い事例や、これまでの個々の事例の統一的理解の提案、「ねじれ」が生じるメカニズム、ゲノムが大きな働きをしているという立場の現代生物学からの報告などを募ります。右脳左脳、右利き左利き、民俗学や文芸で見られる左右の区別などについてもご発表をお待ちしています。

☆招待講演者 2 名が決まりました

・倉永英里奈先生（理化学研究所・神戸）

多細胞動物は人工物とちがって回転するパーツはないと思われていたのにハエの生殖器官には回転部分があります。これを観察し機構を分子生物学の手法で詳しく研究されておられる倉永先生に話をお願いしました。

・平島剛志先生（京都大学）

哺乳動物の精巣上体には複雑ならせん構造が見られます。この構造の形成をチューブの座屈とみて見事なシミュレーションが行われました。この機構は生体中の他の器官でもみられ、幅広い考察を聴かせていただきます。

開催概要

【会期】 2015 年 6 月 12 日(金)、13 日(土)、14 日(日)

【会場】 千葉工業大学津田沼キャンパス内

【プログラム】 5 月下旬に学会 WEB に掲載予定

【主催】 形の科学会

【代表世話人】 本多久夫（神戸大学大学院医学研究科）

問合せ先 E-mail: hihonda@hyogo-dai.ac.jp

【世話人】 会場担当：手嶋吉法（千葉工業大学）

〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 工学部 機械サイエンス学科

TEL: 047-478-0645 FAX: 047-478-0575

E-mail: yoshinori.teshima@it-chiba.ac.jp

【参加費】 会員・非会員ともに一般 5000 円、学生 1000 円（金額は予定額）

【懇親会】 2015 年 6 月 13 日（土）夕方

【懇親会費】 一般 4,000 円、学生 2,000 円（金額は予定額）

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。

【講演申込締切日】 2015 年 4 月 23 日（木）講演申込

【予稿原稿提出締切日】 2015 年 5 月 7 日（木）予稿提出

【参加申込締切日】 2015 年 6 月 5 日（金）参加申込（講演代表者以外）

※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。

発表種別（以下 1～6 から一つ選んでください）

1. 生物に見られる「ねじれ」構造：第 79 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. ジュニアセッション：ジュニア会員のご研究発表。

5. 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。展示のみの場合、5 分間のご講演もお願いする予定です。

6. 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。

<注意事項>

○ご講演はお一人一件までとします。

○発表時間 25 分（講演 20 分＋質疑応答 5 分）を予定しています。

○「展示」のセッションでは自由な形式の作品・研究発表ポスターなどを展示していただくことができます。展示作品をもちいた実演、販売も行うことができます。

○講演申込をした方は、「参加（聴講）申込みフォーム」は不要です。

※上記は、2015 年 2 月末時点の情報です。最新情報は、以下でご確認ください。

第 79 回シンポジウム最新情報 <http://katashi-jp.com/sympo79>

複写権委託済み表示の変更(2009年11月20日)

形の科学会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会により許諾を受けてください。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター((社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体)と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません(社外頒布目的の複写については、許諾が必要です)。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会
〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F
FAX : 03-3475-5619 E-mail : info@jaacc.jp

複写以外の許諾(著作物の引用、転載、翻訳等)に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。直接、形の科学会へお問い合わせください。

形の科学会誌 Vol. 29 No. 3 (2015, 3月)

発行 : 形の科学会
会長 : 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
E-mail : tanemura@ism.ac.jp
編集委員長 : 平田隆幸
〒910-8507 福井市文京3-9-1
福井大学大学院工学研究科 知能システム工学専攻
phone : 0776-27-8778 fax : 0776-27-8420
E-mail : hirata@u-fukui.ac.jp
副編集委員長&編集事務局 : 吉野隆
〒350-8585 川越市鯨井2100
東洋大学理工学部 機械工学科
phone : 049-239-1396 fax : 049-233-9779
E-mail : tyoshino@toyo.jp