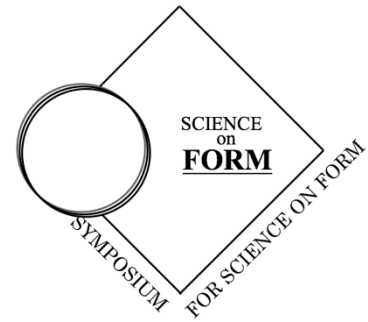




第 82 回形の科学シンポジウム 「産業技術とカタチ」 講演予稿集



会場：産業技術総合研究所（つくば市）
会期：2016 年 10 月 7 日-2016 年 10 月 9 日

形の科学会

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

第 82 回形の科学シンポジウム 「産業技術とかたち」

【主催】形の科学会

【後援】国立研究開発法人 産業技術総合研究所

【会期】2016 年 10 月 7 日(金)、8 日(土)、9 日(日)

【会場】国立研究開発法人 産業技術総合研究所（つくば市）つくばセンター 共用講堂

【代表世話人】中島善人 〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 E-mail: nakashima.yoshito@aist.go.jp

【参加費】会員・非会員ともに一般 5000 円、学生 1000 円

【懇親会】2016 年 10 月 7 日(金) 17:30 より 共用講堂 1F ホワイエ

【懇親会費】一般 4000 円、学生 1000 円

【WEB サイト】<http://katachi-jp.com/sympo82> (最新のプログラムはこちらでご確認ください)

プログラム

(変更される可能性があります)

10 月 7 日(金)

13:30-14:00 受付

14:00-14:05 開会の辞

産業技術とかたち（公開講演）

【招待講演】

14:05-14:55

材料の原子構造を表現するための多面体の命名法

西尾憲吾（産業技術総合研究所）..... 1

14:55-15:45

構造化光投影による 3 次元計測の分類とワンショット動体
形状計測法

佐川立昌（産業技術総合研究所）、川崎洋（鹿児島大学）、
古川亮（広島市立大学）..... 2

15:45-16:00 休憩

形の科学一般

16:00-16:25

対称周期軌道の安定性は何が決めているのか

山口喜博（元帝京平成大学）..... 3

16:25-16:50

ニュートン力学誕生そしてヤコブ・ヘルマンの逆問題解析
ウェルフェア ジャスティン飛鳥（神奈川大学大学院）、山
口幸（同）、杉本剛（同）..... 5

Forum

16:50-17:10

反応拡散アルゴリズムを用いた肝類洞パターン抽出法と
その応用

昌子浩登（京都府立医科大学）、山田耕太郎（阿南工業高
等専門学校）..... 7

17:30-19:30

懇親会（共用講堂 1F ホワイエ）

10月8日(土)

9:30-10:00 受付

展示説明（質疑無し、1件5分）

10:00-10:05

数理を応用したアート制作

高木隆司（東京農工大学）、山岡久俊..... 9

10:05-10:10

大学生に対するアンケートによる 2009 年～2015 年の糸魚川ジオパーク認知度の推移

大河内春香（新潟大学）、松岡篤（同）..... 10

10:10-10:15

放散虫のトラップ

松岡篤（新潟大学）、大河内春香（同）..... 11

形の科学一般

10:15-10:40

福島第1原発の放射能汚染パターン

小川進（長崎大学）、斎藤恵介（同）..... 12

10:40-11:05

凸五角形（Rice1995）を用いて形成出来るタイリング

杉本晃久（科学芸術学際研究所 ISTA）..... 14

11:05-11:30

第15回国際放散虫研究集会（新潟, 2017年）と形の科学

松岡篤（新潟大学）..... 16

11:30-13:00 昼休み

（11:45-12:45 運営委員会 共用講堂1F 小会議室）

形と知

13:00-13:25

長方形の可撓体の一部を重ね合わせて作る立体の研究

阿竹克人（阿竹研究所）..... 18

13:25-13:50

ポリゴンメッシュで再現された歴史的木彫に対する形態分析

王健（千葉大学）、久保光徳（同）..... 20

13:50-14:15

平面画像の立体認識による分離方法と製品

鈴木英雄（株式会社一心助け）、鈴木博英（同）..... 22

14:15-14:30 休憩

形と知

14:30-14:55

可視化された相互コメントの時間的変化の分析

河野広和（東京学芸大学附属世田谷小学校）、松浦執（東京学芸大学）..... 24

14:55-15:20

3次元技術の活用によるカンボジア文化遺産の模型作製

内田龍之介（千葉工業大学）、宮本圭佑（同）、手嶋吉法（同）..... 26

形の科学一般

15:20-15:45

空間曲線による幾何学模様の生成

森田克己（札幌大谷大学）..... 28

10月9日(日)

9:30-10:00 受付

形の科学一般

10:00-10:25

筋電及び動作解析からみた剣道

西畑大輔(福井大学大学院)、高田宗樹(同)、平田隆幸(同)

..... 30

10:25-10:50

シミュレーションから連なり線を決定する新手法

根岸利一郎(埼玉工業大学)、関口久美子(同)、内田正哉

(同) 32

10:50-11:05 休憩

形の科学一般

11:05-11:30

画像セグメンテーション用アルゴリズム GrowCut の紹介

中島善人(産業技術総合研究所) 34

11:30-11:55

触覚学習用地球儀の開発と評価

手嶋吉法(千葉工業大学)、細谷洋介(同)、酒井一磨(同)、

中野司(産業技術総合研究所)、田中明子(同)、青松利明

(筑波大学附属視覚特別支援学校)、山澤建二(理化学研
究所) 36

11:55-12:00 閉会の辞

●事務局からのお知らせ(巻末に掲載)

- ・形の科学会機関誌への投稿案内(Call for Papers)
- ・形の科学シンポジウム・世話人希望者の募集
- ・入会案内

材料の原子構造を表現するための多面体の命名法

西尾憲吾

産業技術総合研究所、〒305-8568 つくば市梅園 1-1-1 中央第 2

k-nishio@aist.go.jp

Naming scheme of polyhedra to represent arrangements of atoms in materials

Kengo Nishio

National Institute of Advanced Industrial Science & Technology, Umezono
1-1-1, Tsukuba, 305-8568, Japan

Abstract: Polyhedra are ubiquitous. For example, when we look at materials at the atomistic level, each atom is surrounded by neighboring atoms and the neighboring atoms form the vertices of a polyhedron. In amorphous materials, in particular, atoms form a variety of polyhedra. Some polyhedra may be highly symmetric ones such as icosahedra [1,2]. But most of them are non-symmetric ones, and are nameless. Since names are a fundamental tool to identify and distinguish objects, the lack of names of polyhedra is a serious problem in understanding how atoms are arranged in materials. In this talk, as a solution of this problem, I explain a method to give names to polyhedra in such a way that their names instruct how to construct them from their building-block polygons [3]. The method can be generalized to higher-dimensional polytopes, and provides the basis for studying structures in any dimension.

Keywords: polyhedron, polytope, representation.

(和訳) 多面体はいたるところに存在しています。例えば材料を原子レベルで眺めると、それぞれの原子は隣接原子によって取り囲まれています、その隣接原子は多面体の頂点を構成しています。特に、アモルファス材料の原子は、多種多様な多面体を作っています [1, 2]。その中には二十面体のように対称性の高い多面体も含まれていますが、その他のほとんどの多面体は対称性が低く、そして、名前のない多面体です。対象を認識し区別する上で名前はとても基本的な道具です。多面体に名前が無ければ、材料を構成する原子の並び方をうまく理解することができません。そこで、多角形から多面体を復元するための設計図となるような名前を多面体に与える方法を考えたので、本講演ではその方法を説明します [3]。この方法は 4 次元以上の多胞体にも拡張することができるため、構造を調べるための基本的な言葉となりえます。

- 1) Journal of the Physical Society of Japan, **73**, 627 (2004), "Confinement-Induced Stable Amorphous Solid of Lennard-Jones Argon", K. Nishio et. al.
- 2) Physical Review Letters, **111**, 155502 (2013), "Universal Medium-Range Order of Amorphous Metal Oxides", K. Nishio et. al.
- 3) Scientific Reports, **6**, 23455 (2016), "How to describe disordered structures", K. Nishio et.al.

構造化光投影による 3 次元計測の分類と ワンショット動体形状計測法

佐川 立昌* 産業技術総合研究所 知能システム研究部門

川崎 洋 鹿児島大学 理工学研究科

古川 亮 広島市立大学 情報科学研究科

*305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 つくば中央第1

*ryusuke.sagawa@aist.go.jp

Classification of 3D Acquisition by Structured Light Methods and One-shot 3D Scanning of Moving Objects

Ryusuke Sagawa*, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Hiroshi Kawasaki, Kagoshima University

Ryo Furukawa, Hiroshima City University

*Central 1, Umezono 1-1-1, Tsukuba Ibaraki 305-8568

*ryusuke.sagawa@aist.go.jp

Keywords: structured light, correspondence problem, one-shot 3D scanning

カメラのようなパッシブな光学センサだけでなく、特殊な光源を利用して、光を対象物体に照射することで計測を行う手法をアクティブ3次元計測という。その中でビデオプロジェクタなどを利用して2次元パターンを投影する方法は、構造化光投影 3 次元計測と呼ばれる。これらの手法は、静止物体の計測から研究が始められたが、近年では動的な物体の計測にも利用され、注目を集めている。本稿では、様々な構造化光投影法を対応点問題の解決法の観点から分類するとともに、動的な物体の計測法としてワンショット形状計測法を紹介する。

対称周期軌道の安定性は何が決めているのか

山口喜博 (chaosfractal@iCloud.com: 元帝京平成大学)¹

What determines stability of symmetric periodic orbits?

Yoshihiro Yamaguchi

Abstract. Stability of symmetric periodic orbits is determined by the configuration at which the two symmetry axes intersect. Using this fact, we obtain the necessary and sufficient condition for the dominant axis theorem to hold in the area preserving maps.

Keywords: Lozi map, Symmetry axis, Symmetric periodic orbit and Dominant axis theorem.

平面 (x, y) で定義されたロジ写像 $T[1]$ を利用して, 周期軌道点の安定性の変化について議論する.

$$T : y_{n+1} = y_n + f(x_n), x_{n+1} = x_n + y_{n+1}. \quad (1)$$

ここで $f(x) = ax$ ($x \leq 1/2$), $a(1-x)$ ($x > 1/2$), $a \geq 0$. $a > 0$ では, サドル型不動点 $P = (0, 0)$ と楕円型不動点 $Q = (1, 0)$ が存在する. 線形解析を行って得られた固有値が正である場合, この周期軌道点をサドル型とよぶ. 固有値が複素数の場合, 楕円型と呼ばれ, 固有値が負の場合, 反転サドル型と呼ばれる. ここでは楕円型と反転サドル型をまとめて楕円型と呼ぶ.

$a > 0$ において, Q が回転分岐を起こし, Q より楕円型周期軌道とサドル型周期軌道が生じる. これらは順序保存性を持つためにバーコフ型周期軌道とも呼ばれる. 回転数を p/q (既約分数) とし, 楕円型周期軌道を p/q -BE と記し, サドル型周期軌道を p/q -BS と記す.

ロジ写像は対称性を持つ. 対合 g と h を用いて $T = h \circ g$ と分割する. ただし, $h \circ h = g \circ g = id$, $\det \nabla h = \det \nabla g = -1$. 対合による作用は一種の反転操作である. 写像が対合の積で書ける場合, この写像はバーコフの意味での可逆性を持つといわれる [2]. 対合 g と h の定義を下記に示す. 例として $x \leftarrow x - y$ は, $x - y$ を新しい x とせよという意味である.

$$g : y \leftarrow -y - f(x), x \leftarrow x, \quad h : y \leftarrow -y, x \leftarrow x - y. \quad (2)$$

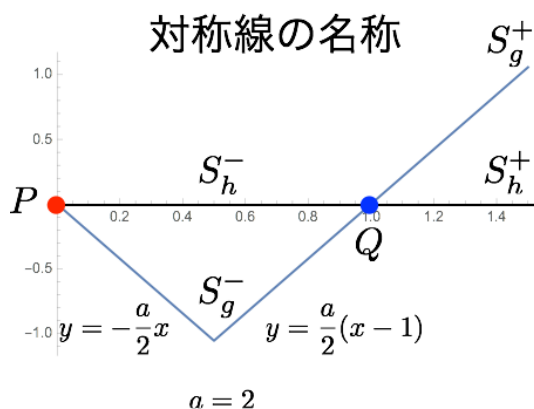


図 1: ロジ写像の対称線.

¹(290-0073) 千葉県市原市国分寺台中央 2-4-14

対合の不動点の集合は対称線と呼ばれる．対合 g の対称線を S_g と書き，対合 h の対称線を S_h と書く (図 1)．

$$S_g : y = -f(x)/2, \quad S_h : y = 0. \quad (3)$$

S_g のうち $x > 1$ の部分を S_g^+ と， $x < 0$ の部分を S_g^- を書く．同様に S_h のうち $x > 1$ の部分を S_h^+ と， $x < 0$ の部分を S_h^- を書く． S_g^+ は伝統的に主軸と呼ばれる．

$f(x) = a(x - x^2)$ ($a \geq 0$) とすると写像はエノン写像族となる．エノン写像族では，主軸上に軌道点を持つ周期軌道は p/q -BE のみで， p/q -BS は主軸上に軌道点を持たない．この性質は主軸定理と呼ばれている [2]．主軸定理がロジ写像で成立するのかどうかというのが研究の出発点であり，主軸定理が成立する必要十分条件を得ることが研究の目的である．

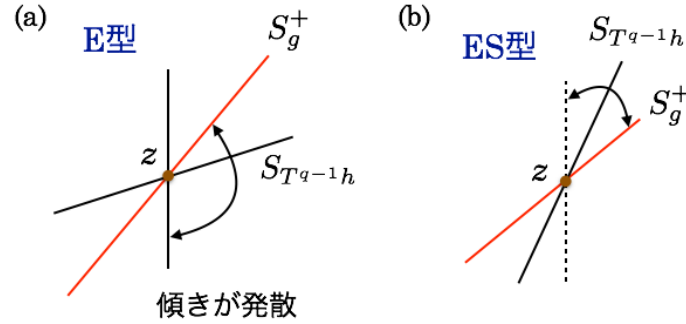


図 2: 周期軌道点 z における二つの対称線の交差の仕方．

ここで $T^q = T^{q-1}h \circ g$ と分ける． $T^{q-1}h$ に関して不変な集合は，

$$T^n S_h \quad (q = 2n + 1, n \geq 1), \quad T^n S_g \quad (q = 2n, n \geq 1). \quad (4)$$

これらも対称線と呼ぶ．二つの表現をまとめて $S_{T^{q-1}h}$ と表現する．周期軌道点 $z = T^q z$ で $z \in S_g^+$ ならば， z を $S_{T^{q-1}h}$ も通過している．二つの対称線の配置を図 2 に示した．ロジ写像では， S_g^+ の傾きは $a/2$ であるが，パラメータ a の変化で $S_{T^{q-1}h}$ の傾きは大きく変わる． $S_{T^{q-1}h}$ の傾きが発散した場合は，傾きを $-\infty$ として取り扱う．図 (a) は，周期軌道点 z での S_g^+ の傾きが $S_{T^{q-1}h}$ の傾きより大きい場合で，図 (b) は， S_g^+ の傾きが $S_{T^{q-1}h}$ の傾きより小さい場合である．図 (a) を E 型と名付け，図 (b) を ES 型と名付ける．我々が得た結果を紹介する．

結果

- (1) E 型ならば周期軌道点の安定性は楕円型である．ES 型ならば，周期軌道点の安定性はサドル型であるか，または反転サドル型を含まない楕円型である．
- (2) ES 型の場合，同周期分岐が生じる可能性がある．ロジ写像では，同周期分岐が生じ周期軌道点は，反転サドル型を含まない楕円型からサドル型へと変わることがある．そのために ロジ写像では主軸定理が成り立つためのパラメータが制限される．
- (3) 全ての軌道点において，二つの対称線の交差の仕方が E 型ならば，必ず主軸定理が成り立つ．二つの対称線の交差の仕方が ES 型でも，同周期分岐を起こさなければ主軸定理が成り立つ．「全ての周期軌道で同周期分岐を起こさない」ことが，主軸定理が成り立つための必要十分条件である．

参考文献

- [1] Lozi, R., J. Physique (Paris) 39 (Coll. C5). no.8 (1978), pp.9-10.
- [2] 山口喜博, 谷川清隆, 馬蹄への道, 共立出版, (2016).

ニュートン力学誕生そしてヤコブ・ヘルマンの逆問題解析

ウエルフェア ジャスティン 飛鳥、山口 幸、杉本 剛

神奈川大学大学院工学研究科経営工学専攻 横浜市神奈川区六角橋 3-27-1

e-mail: r201570122xk@jindai.jp

The birth of Newtonian mechanics and the analysis of the inverse Kepler problem by Jacob Hermann

Justin Aska WELFARE, Sachi YAMAGUCHI, and Takeshi SUGIMOTO

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

Abstract: Isaac Newton (1642-1727) solved the direct Kepler problem: given the first and second Kepler's laws, find the physics of the universe. His method of solution is geometry with limiting operations. In 1687 Newton publish his treatises as 'Principia.' There occurred a conflict nominally between Gottfried Leibniz (1646-1717) and Newton: who invented 'calculus' first. Leibniz's ranks accused Newton of not solving the inverse Kepler problem: given the inverse-square laws, find the orbit. Jacob Hermann (1672-1733) is the first to solve this problem in 1710, although he made mistakes twice and hence reached spuriously the right conclusion. His treatise includes the Laplace-Runge-Lenz vector. Hermann, augmented by the Leibnizian calculus, could solve the said problem.

Keywords: Newtonian mechanics, Leibnizian calculus, Laplace-Runge-Lenz vector

1. いとぐち

アイザック・ニュートン（1642—1727）は、微分積分学、光学そしてニュートン力学を独力で構築した天才である。ケプラーの第1法則と第2法則から天体運行の因果関係を定めることを「ケプラー順問題」を解くという。多才なニュートンだからこそ、この問題を解くことができ、その成果を「プリンキピア（略称）」に1687年まとめた。

ところで微分積分学の先取権争いがライプニッツとの間に起こると、ライプニッツ派の大陸の科学者たちは様々な形でニュートンを攻撃した。その中のひとつが「ニュートンはケプラー逆問題を解いていない」であった。この問題は、万有引力の法則が与えられたとき天体の軌道はいかなる曲線になるか導くものである。これに一番乗りで解を得たのはヤコブ・ヘルマン（1678—1733）で1710年のことであった。彼の解は二つの誤謬を経て正解に至る⁽¹⁾。本研究では新手法を示す。

2. 理論

2.1 ケプラーの第2法則

ケプラーの第2法則は、面積速度が一定であることを示したものである。これは比角運動量を

$$h = x \frac{dy}{dt} - \frac{dx}{dt} y$$

とするとき、 $\mathbf{a} \parallel \mathbf{r}$ ならば、 h が一定であることと等価である（図1）。 h は面積速度の2倍を表す。

[証明] すこし計算ののち

$$\frac{dh}{dt} = x \frac{d^2 y}{dt^2} - \frac{d^2 x}{dt^2} y$$

となるが、 $\mathbf{a} \parallel \mathbf{r}$ なら右辺はゼロになる。ゆえに所望の結果を得る。

2.2 ケプラー逆問題

焦点からの距離を r 、単位位置ベクトルを $\mathbf{i}$ とする。向心力による加速度を

$$\mathbf{a} = -\frac{2h^2}{L} \frac{\mathbf{i}}{r^2}$$

で与えるならば、軌道は

$$r - ex = \frac{L}{2}$$

すなわち円錐曲線である。ここで e は離心率、 L は通経である。

[証明] まず h のうちひとつを定数、ひとつを変数として扱うことで原始関数を求めると

$$\mathbf{a} = -\frac{2h}{L} \left(\frac{d}{dt} \left(\frac{y}{r} \right), \frac{d}{dt} \left(-\frac{x}{r} \right) \right)$$

したがって、時間 t で積分すると

$$\mathbf{v} = -\frac{2h}{L} \left(\frac{y}{r} + C_1, -\frac{x}{r} + C_2 \right)$$

ここに C_1 および C_2 は積分定数である。今度は残る h を変数として扱い、例えば速度の x 方向成分は

$$-\frac{2h}{L} \left(\frac{y}{r} + C_1 \right) = \frac{2}{L} x^2 \frac{d}{dt} \left(\frac{r + C_1 y}{x} \right)$$

となる。他の項も同様。 x^2 または y^2 で速度の各成分を除した後に t で積分すると

$$\frac{1}{x} = \frac{2}{L} \left(\frac{r}{x} + C_1 \frac{y}{x} + C_3 \right)$$

および

$$\frac{1}{y} = \frac{2}{L} \left(\frac{r}{y} - C_2 \frac{x}{y} + C_4 \right)$$

を得る。これらは同一の円錐曲線を表すはずだから、さらに標準形になるように $C_1 = C_4 = 0$ および $C_2 = -C_3 = -e$ とすれば

$$r - ex = \frac{L}{2}$$

となり、所望の結果を得る。

3. むすび

$\mathbf{v}$ の表式で右辺各成分の第 1 項を左辺のそれぞれに移項すれば、右辺に残るのは定数ベクトルのみである。実はこれがラプラス＝ルンゲ＝レンツ・ベクトルの発見となる。

「原始関数を発見することで積分する」ライプニッツ流微分積分学は、その記号のもつ表現力とともに、ケプラー逆問題を解く力の源であった。新しい仕事をするには新しいツールが要る。文献

(1) 山本義隆 (1997) 古典力学の形成ニュートンからラグランジュへ、日本評論社, 373pp.

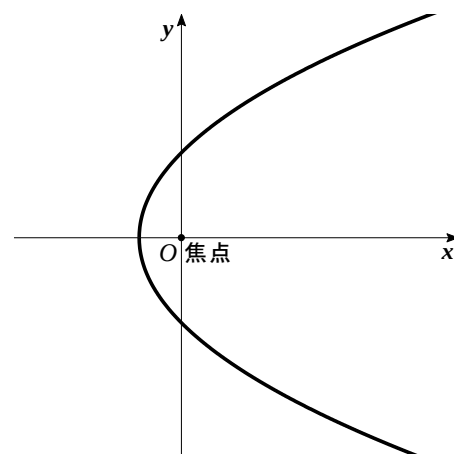


図 1 円錐曲線の標準形：焦点は原点

反応拡散アルゴリズムを用いた肝類洞パターン抽出法とその応用 Reaction-diffusion Algorithm for Segmentation of Sinusoid and its Application

昌子浩登^{1*}, 山田耕太郎²

Hiroto Shoji¹, Kohtaro Yamada²

¹京都府立医科大学・医・物質基礎科学, ²阿南工業高等専門学校・創造技術工

¹Kyoto Prefectural University of Medicine,

²National Institute of Technology, Anan College

*shoji@koto.kpu-m.ac.jp

Abstract: In hepatic lobule, which is the basic unit of liver, each hepatocyte contacts with hepatic blood vessel, sinusoid, which form three-dimensional (3D) periodic network patterns. Confocal laser microscope (CLM) images are used for observing 3D images of sinusoidal endothelial cells, but CLM image alone cannot detect 3D networks of sinusoid. We propose a new approach for image segmentation based on the Turing reaction-diffusion model. We here applied this method to test groups of steatohepatitis related to metabolic syndrome and their controls. Significant difference was found in the spatial scaling parameter. Therefore, this approach may have the power not only for image segmentation but also detecting the periodicities of patterns.

Keywords: Reaction-diffusion, Turing, sinusoid, liver, edge detection;

1. はじめに

肝臓ミクロ構造を見てみると、毎肝細胞に肝類洞と毛細血管が接しており[1]、3次元空間特異的な周期ネットワーク構造が織りなされている。この系に対する数理解の理解のためには3次元空間での解析が必須である[2]。3次元生体構造解析には共焦点レーザー顕微鏡(CLM)による観察像がよく用いられるが、単に免染処理を施した類洞表皮細胞の観察では図2(a)-(b)のように見え、管状の構造としての類洞形態が判定できず、管の中身をも含めて抽出する画像処理を行う必要である。本講演では、この処理のため開発した反応拡散系(Reaction-diffusion; RD)を用いた手法を報告する。これまで三池らのグループ[3]により、2次元画像のRDを用いた画像解析手法が提案されてきたが、3次元特有のネットワーク構造へ適用できるようにアルゴリズムを拡張した。また応用として、元来の空間相関などを用いた手法では生体のようなパターンの空間周期は、きれいに算出できないが、本手法を用いると、自動的に取り出せる。これについて脂肪肝ラットの類洞パターンの例を示す。

2. 方法

三池ら[3]は、2次元画素分布0~255を0~1に正規化し、変数分布の初期状態として与え、自発的にパターンが構成されるRDに代入し、パターンのエッジ検出などを行ってきた[3]。我々は、画像分布から取出した3次元画素分布を-0.5~0.5に線形変換した空間分布を外場 $U(\vec{r})$ として与え、次の式を用いて処理を行う。

$$\begin{aligned}\partial u(\vec{r},t)/\partial t &= D_u \delta \nabla^2 u(\vec{r},t) + u(\vec{r},t) - u^3(\vec{r},t) - v(\vec{r},t) + \epsilon U(\vec{r}), \\ \partial v(\vec{r},t)/\partial t &= D_v \delta \nabla^2 v(\vec{r},t) + \gamma \{u(\vec{r},t) - \alpha v(\vec{r},t) - \beta\},\end{aligned}\quad (1)$$

$u(\vec{r},t), v(\vec{r},t)$ はローカル濃度を、 $D_u, D_v, \epsilon, \gamma, \alpha, \beta$ は定数パラメータを、そして、 $U(\vec{r})$ は外場分布を表す。 δ はスケールパラメータを示す。

例えば、図1(a)のように一次元分布の動態を考える。(1)の反応項の平衡点に摂動を与えた分布を $(u(\vec{r},0), v(\vec{r},0))$ に、そして画素分布から切り出して作った外場 $U(\vec{r})$ を与え、(1)の数値計算を行い、 $t=10.0$ まで計算する。すると、 u の最終分布をみると、 $U(\vec{r})$ の凸凹やノイズの取り払われた分布が自発的に形成される。この過程を3次元空間に拡張して、画像のセグメンテーション処理を行っていく。

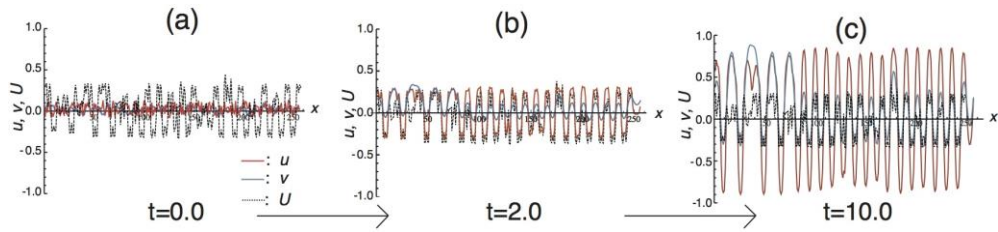


図1：1次元パターンの実行例。

3. 結果

3-1: 3D パターンのセグメンテーション

[2]に従って、ネットワークパターンが得られるパラメータを選択する。 δ は最適なものを次のように探索する。 δ を変化させ、毎回(1)を計算した u の分布と $U(x)$ との相関 $I(\delta)$ を計算して、もっとも大きな $I(\delta)$ をとる δ を δ^* とし、パターンのセグメンテーションを行うパラメータ δ^* として採用し、処理を行う。図2が1つの例である。

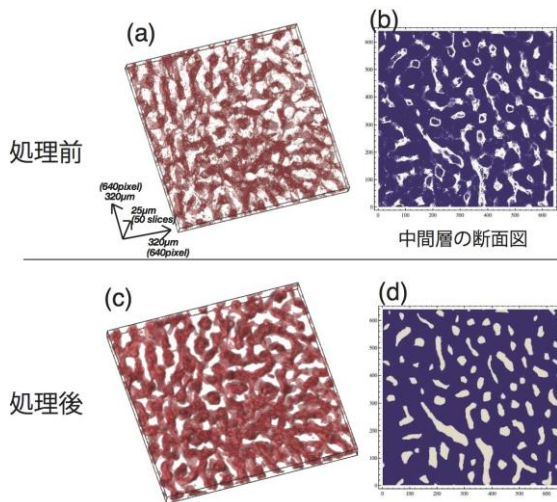


図2：肝類洞パターン(a), (b)と RD 処理後のパターン(c), (d)。

3-2: 空間スケール δ^* による疾患判定

図2(c)のようなローカル性を含む周期構造では、空間相関などを用いて周期を計算するには、曖昧性がでてしまう。しかし、ここで作成した δ^* は、生体パターンの周期の空間スケールを比較するのに適している。具体的に、ヒトの脂肪肝によく似た症状を示すモデルラットを作成して、その肝類洞パターンの δ^* を比較した。高カロリー高脂肪食(High Fat/Cholesterol; HFC)を数週間(3, 6, 9weeks)にわたって与え続けた脂肪肝ラット HFC3,6,9w とそのコントロール食を与え続けた Cont3,6,9w をそれぞれ3匹の肝臓を摘出して、それぞ

れ4カ所で肝臓サンプルを作成し、CLM による観察並びに画像処理、そして δ^* の計測を行った。セグメンテーション処理を行った後の類洞3次元パターンの例が図3(a)から(d)である。HFC食を長く食べ続けると、類洞網が変形していくことがわかる。実際、肝細胞が脂肪滴をため込み、肝細胞自体が膨張し、パターンが変形することがパターンの変形の原因である[4]。 δ^* を比較すると図3(e)のように統計的な差が見られた。

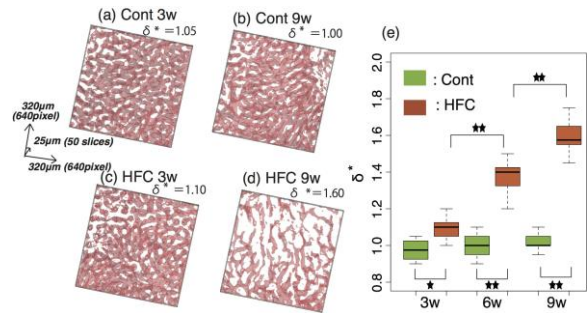


図3：スケーリングパラメータ δ^* による空間パターン判定。

4. まとめ

肝類洞3次元パターンのセグメント処理のために、反応拡散系を用いたアルゴリズムを作成した。また、パラメータ δ^* を用いると、しばしば生体パターンでは不明瞭な空間パターン周期のスケールが抽出できる。これを用いて、脂肪肝ラットと正常ラットの肝類洞パターンに統計的に違いがあることがみられた。

参考文献

- [1] S. Shelila, J. Dooley, *Diseases of the liver and Biliary Systems*, Willey-Blackwell (2002).
- [2] H. Shoji *et al.*, *PRE*, 75 46212 (2007); H. Shoji, T. Ohta, *PRE*, 91, 32913.
- [3] E. Ebiyara *et al.*, *J. Image. Elec. Eng. J.* (2003).
- [4] H. Yatti *et al.*, *Life Science*, 93 (2011).

数理を応用したアート制作

¹高木隆司、²山岡久俊

¹ 東京農工大学（名誉教授），〒248-0014 鎌倉市由比ヶ浜 2-23-12, jr.takaki@iris.ocn.ne.jp

² 神奈川県川崎市麻生区上麻生 3-3-1 1, akoamay@gmail.com

Art Creation by Applying Mathematical Analyses

Ryuji Takaki, Hisatoshi Yamaoka

Abstract: Two artworks are exhibited, which are created by applying computer graphics mathematics, especially analyses of complex functions, and by combining them with calligraphies. The motifs of the artworks are taken from Haikus by Buson Yosano, a famous poet in Edo era. One work “Nanohanaya” is a combination of a graphical presentation of solving complex polynomial equation, developed by a mathematician Prof. Bahman Kalantari, and a calligraphy by Takaki. The other work “Fijihitotsu” is a combination of a graphical presentation of mapping of complex numbers, developed by the second author Yamaoka, and a calligraphy by Takaki.

Keywords: Computer graphics, Complex function, Calligraphy, Haiku, Yosano Buson

1. 導入

複素関数の解析によってコンピューターグラフィックスを生み出す試みが、アメリカのラトガース大学教授 Bahman Kalantari や、富士通研究所の山岡久敏らによって行われている。今回の2点の展示作品は、これらの試みによるコンピューターグラフィックスと書との組み合わせによって、あらたなスタイルのアートを生み出したものである。

一般に、コンピューターグラフィックスからは、人間的な要素が希薄という印象を受ける。一方、手の人為的な動きが生み出す書からは、恣意的でインパクトに欠けるという印象をしばしば受ける。そこで、性格がまったく異なるこれら2つの制作要素を組み合わせることにより新しいアートのジャンルを開発するという試みを、第1著者の高木は数年前から行ってきた。

今回の展示では、以前からの協力者 Kalantari との合作、および最近協力を始めた山岡との合作を示す。どちらも、与謝野蕪村の俳句をモチーフにしたものである。蕪村の俳句には、多彩な色を連想させるものがいくつかあり、多彩なコンピューターグラフィックスとの相性が良い（なお、芭蕉の俳句はカラフルという印象を与えない）。

2. 作品の紹介

今回展示する作品2点を図1、図2に示す。

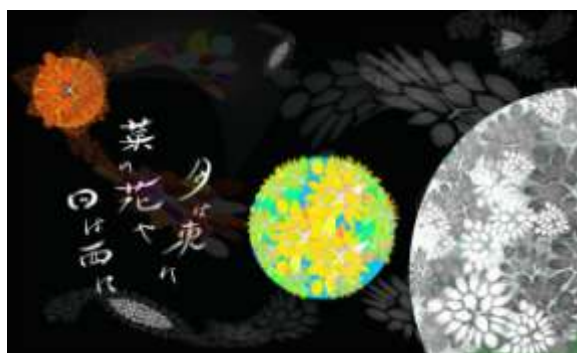


図1 蕪村の俳句「菜の花や 月は東に 日は西に」。Bahman Kalantari のCGは、右側の月の左下部にある模様1種類であり（15個くらいの斑点が3角形の形に配置されている）、これを変形、彩色して画面全体に配置してある。



図2 蕪村の俳句「不二ひとつ うずみ残して わかばかな」。山岡による多数のCGから、樹木や木の葉、富士の斜面、雲、星雲を連鎖押させるものを数種類選び、富士山のまわりに配置した。その際、若葉を連想させるように多少の色調節をした。

大学生に対するアンケートによる

2009 年～2015 年の糸魚川ジオパーク認知度の推移

大河内 春香・松岡 篤

新潟大学理学部、新潟市西区五十嵐 2 の町 8050

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

Change in social recognition of the Itoigawa Global Geopark on the basis of questionnaire to university students from 2009 to 2015

Haruka OHKOUCHI and Atsushi MATSUOKA

Faculty of Science, Niigata University, Niigata 950-2181 Japan

Abstract: The Itoigawa Global Geopark was established in 2009. Questionnaire survey on the geopark has been carried out at a classroom in Niigata University since 2009. Results of the questionnaire revealed that about 80% students belonging to eight faculties do not recognize the existence of the Itoigawa Global Geopark in spite of continuous efforts of the people concerned. This tendency does not change in the last seven years.

Keywords: Itoigawa Global Geopark, questionnaire, social recognition, students

糸魚川ジオパークは 2009 年に日本最初の世界ジオパークになった。ジオパークは「大地の公園」とよばれ、その活動は全国的に広まりつつある。糸魚川世界ジオパークの一般社会への認知度を探るために、大学生に対してアンケート調査を継続的に行っている。2009 年から 2015 年までのアンケート結果を報告する。

新潟大学で毎年 2 学期に開講されている「地学概論 B」

の受講者を対象に、「糸魚川ジオパークを知っていますか？」というアンケートを、2009 年度から継続して行っている。教養教育科目「地学概論 B」の受講者約 200 人は、1 年生が主体で、各地から集まった文系理系あわせた様々な学部の学生から構成されている。アンケートの結果、糸魚川ジオパークについては、全く知らないという人が 7 割から 8 割で、知っている、名前だけ知っているを合わせて 2 割から 3 割で推移している。アンケートを続けてきた 7 年間に、世界ジオパークの再認定(2013 年)、フォッサマグナミュージアムのリニューアル(2015 年)、北陸新幹線の開業(2015 年)など、糸魚川ジオパークにとって重要な出来事がいくつも起こっているが、認知度の向上に対しては大きな影響を及ぼしていないことが明らかとなった。

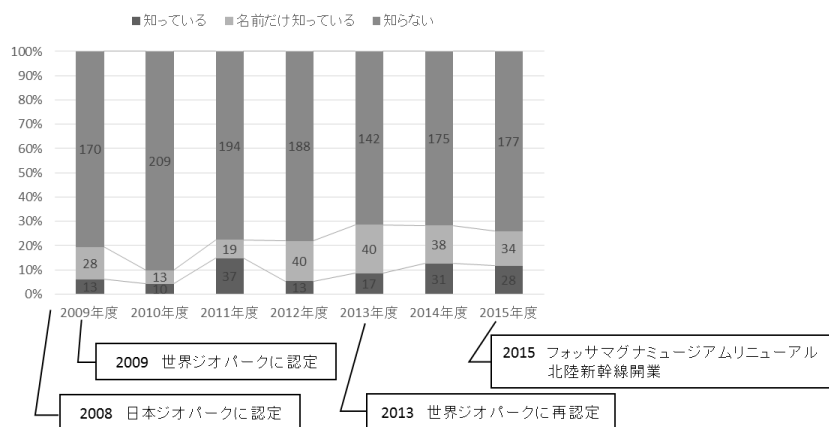


図1. 糸魚川ジオパーク認知度アンケートの結果および関連する出来事の一覧

放散虫のトランプ

松岡 篤・大河内 春香

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

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

Playing cards of Radiolaria

Atsushi MATSUOKA and Haruka OHKOUCHI

Faculty of Science, Niigata University, Niigata 950-2181 Japan

Abstract: A set of playing cards using images of radiolarian skeletons was prepared for enhancing a degree of social recognition of radiolarians. This will be utilized to advertise the 15th meeting of the International Association of radiolarists (InterRad 15) held in October 2017 in Niigata, Japan.

Keywords: radiolaria, playing card, InterRad 15, social recognition

はじめに

放散虫は“形の科学”研究者には、比較的なじみのある生物であるが、一般社会ではほとんど知られていない。放散虫の社会認知度を高めるために、放散虫の形をモチーフにしたトランプを作成した。

放散虫カレンダー

もっともよく使用されるカードゲームはトランプである。放散虫をモチーフとして使用したトランプを作成した。図 1 に中生代放散虫の殻の電子顕微鏡写真を利用したトランプを例示する。放散虫は、地質時代ごとに異なる殻形態をもつグループがみられることから、多様なトランプをつくることが可能である。現生の放散虫はカラフルな色彩をもつことから、カラーの図柄を作成することもできる。

おわりに

2017 年 10 月には、新潟で第 15 回国際放散虫研究集会 (InterRad 15) が開催される。このような国際会議の機会を、学術の発展だけでなく、放散虫の社会認知度を高めるためにも利用しようと考えている。放散虫トランプを普及用アイテムとして活用する。

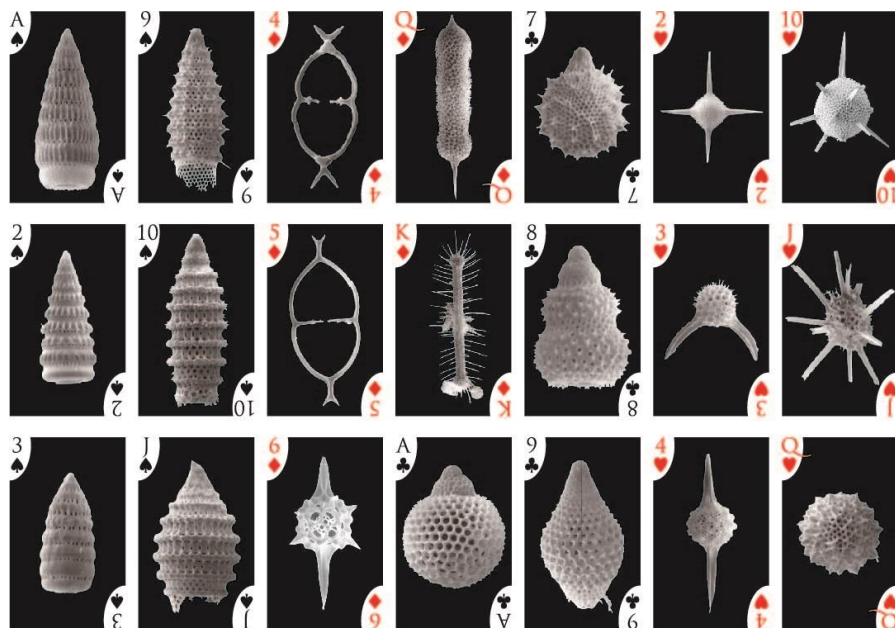


図 1 中生代放散虫をモチーフにしたトランプ

RADIOACTIVE POLLUTION PATTERNS FOR FUKUSHIMA NUCLEAR POWER PLANT BY A PARTICLE MODEL

Susumu Ogawa and Keisuke Saito

Nagasaki University, Japan

E-mail: ogawasusumu@nagasaki-u.ac.jp

Abstract: A particle model expressed more actually than atmospheric diffusion models in Fukushima.

Keywords: *atmospheric diffusion, DEM, GPV, RADAR Amedas, SPEEDI*

INTRODUCTION On March 11, 2011, the Great East Japan Earthquake brought the earthquake and tsunami in East Japan, and Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant became out of control, finally worldwide radioisotope pollution occurred. Atmospheric diffusion of radioisotopes was simulated by SPEEDI and various methods so far as validations and reproduction. Tokyo Electric Power Company presented analytical results for radioisotope emission estimation, and most of estimates for the accident and examinations for simulations are still calculated continuously. In this study, pollution simulations were carried out discretely using a simple particle model.

METHODS Most radioisotopes were emitted from Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant by hydrogen explosions, vent operations, and leaks with pressure increase in the containment vessels, and they are assumed to move with concrete debris in hydrogen explosions or aerosols in the air using a particle model. In this study, pollutants were assumed as a particle with a diameter of 0.01 to 0.1 mm in simulation. Horizontal velocities are the same as wind speeds, while vertical velocities are Stokes equation as next.

$$v_s = \frac{D^2(\rho_p - \rho_a)}{18\mu} \quad (1)$$

where v_s : falling velocity (m), ρ_p : particle density (2650kg/m³), ρ_a : air density (1.225kg/m³), μ : viscosity coefficient (1.8×10⁻⁵Pa·s).

The judgement for deposit used elevation values. From this, over Abukuma Hills the advective flow state of radioisotopes was examined topographically. Each calculation was ended when each particle fell down and fled out of the calculating area. Used data for the analysis were shown as Table 1.

Table 1. Used data for calculation

Data	Data name	Spatial resolution
Wind data	Hourly atmospheric analysis data, GPV	0.05°×0.0625°
Precipitation	Radar –AMEDAS	1km×1km
DEM	Digital national land information, altitude and slopes, 3D grid	1km×1km

RESULTS The objective calculation was started from the time when hydrogen explosions

occurred on March 12 and 15. By a particle model, pollution state on March 12 was estimated as Fig. 1. Particles emitted by an explosion on March 12 did not seem to approach west of Abukuma Hills by the effects of winds and geography. Over 3000 m by the effect of westerlies particles were transported to the Pacific Ocean and did not affect inland pollution. On March 15, it was rainy northwest of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. In this calculation, particles that entered rain grids fell down on the ground, but they continued to travel in the rain clouds. Wet deposit continued on the ground through the trajectory of particles. As a result, radioisotopes flew over Abukuma Hills and approached the west slopes of mountains. Particles lower than height 800 m were estimated to deposit wetly as Fig. 2. The spatial dose was very high on March 18 and 20 by east to south winds. Therefore, using a particle model, advection calculation was carried out as Figs. 3 and 4. Fig. 5 shows the total advection calculation results of radioisotopes on March 12, 15, 18, and 20 overlapped with aircraft monitoring results. In aircraft monitoring results, the most polluted areas fitted very well with flying traces on March 15 and 18. From these results, the pollution on northwest of Fukushima Daiichi nuclear power plant was estimated by the leak of radioisotopes and their movement.

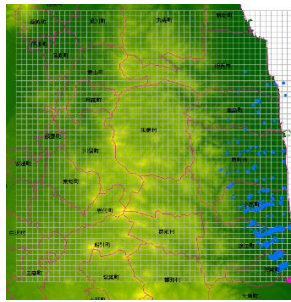


Fig. 1 Pollution on Mar 12

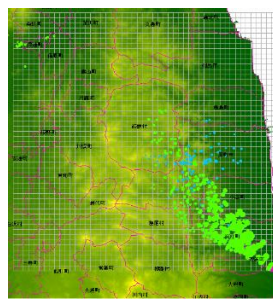


Fig. 2 Pollution on Mar 15

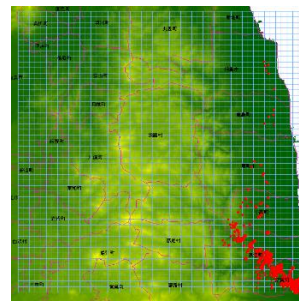


Fig. 3 Pollution on Mar 18

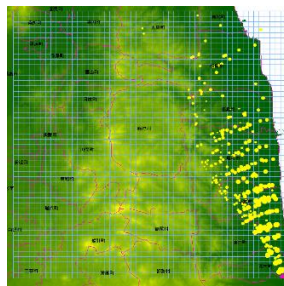


Fig. 4 Pollution on Mar 20

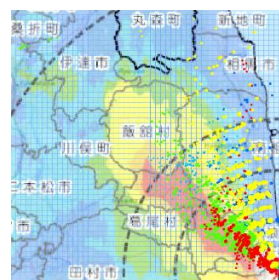


Fig. 5 Pollution simulations

CONCLUSIONS Advection calculation for radioisotopes using a particle model does not request any parameters, while an atmospheric diffusion model uses parameters. Although a particle model is a simple method, the overall migration process for radioisotopes was estimated. Pollution on northwest of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant was mainly by emission on March 15, 18, and 20. Pollution of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant was limited because diffusion of radioisotopes was controlled by mountains with altitude 500 m to 1192 m.

凸五角形 (Rice1995) を用いて形成出来るタイリング

杉本晃久

科学芸術学際研究所 ISTA, 〒351-0036 朝霞市北原 2-5-28 鈴木第2ビル 211

ismsugi@gmail.com

Tilings that can be formed by Convex Pentagons (Rice1995)

SUGIMOTO, Teruhisa

The Interdisciplinary Institute of Science, Technology and Art,

Suzukidaini-building 211, 2-5-28 Kitahara, Asaka-shi, Saitama, 351-0036, Japan

Abstract: In 1995, Marjorie Rice discovered an interesting tiling by using the convex pentagon that belongs to both type 1 and type 5 in convex pentagonal tiles. We have discovered new tilings by using the convex pentagon of the tiling discovered by Rice in 1995.

Keywords: Convex pentagon, Tiling, Tile, Marcia P Sward Lobby tiling.

1 はじめに

一種類で平面を隙間や重なりなく埋め尽くすことが可能な凸五角形, つまり凸五角形タイルは現在15種類のtypeが知られているが, これ以外にあるのかないのかはまだわかっていない. 既存の凸五角形タイルの15種類のtypeのうち4つを見つけたMarjorie Riceは, 1995年に面白い凸五角形タイリングを発見した (図1参照). この発見したタイリングを構成している凸五角形タイルは, 15種類のうちのtype 1とtype 5とよばれるtypeに属している (図2参照). このRiceの発見した凸五角形タイリングはアメリカ数学協会のビルのMarcia P Sward ロビーの床を飾っており, 通称として「Marcia P Sward ロビー・タイリング」とも呼ばれている. このことは, 2011年の第71回・形の科学シンポジウムや会誌にて紹介した.

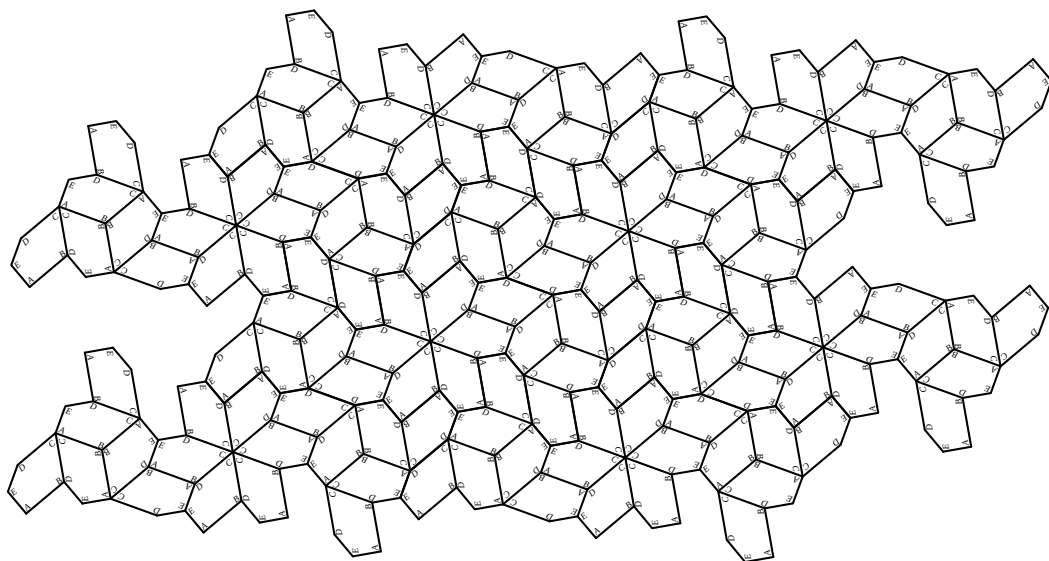
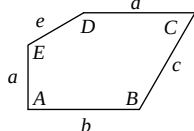


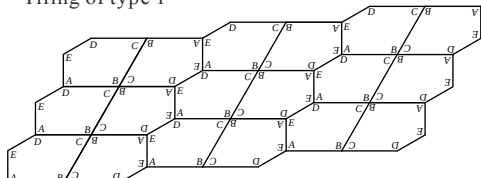
図1. 1995年にMarjorie Riceが発見した凸五角形タイリング.

Convex pentagon that belongs to type 1 and type 5

$$A = 90^\circ, B = E = 120^\circ, \\ C = 60^\circ, D = 150^\circ, \\ a = e, b = c = d.$$



Tiling of type 1



Tiling of type 5

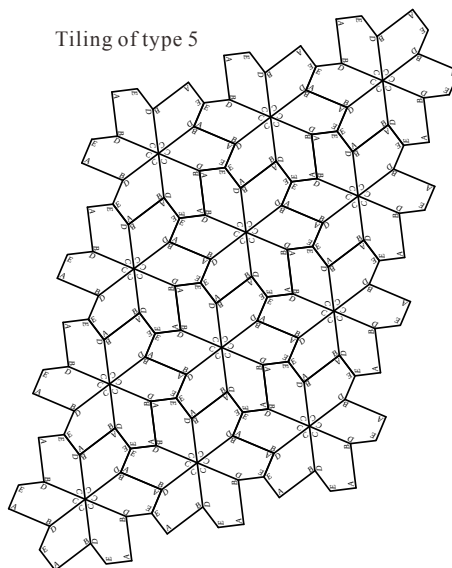


図 1. 凸五角形（Rice1995）と type 1 と type 5 の代表的なタイリング.

図1や2の凸五角形を、「凸五角形（Rice1995）」と呼ぶことにする．上記で述べたように凸五角形（Rice1995）はtype 1とtype 5に属するので，図2に示すようにそれぞれの代表的なタイリングを生成できる．1995年にMarjorie Riceが発見したタイリングは，type 1とtype 5のタイリングとは全く異なる敷き詰め方であった．

2 新しいタイリング

我々は凸五角形（Rice1995）を使ったtype 5の代表的なタイリングとMarcia P Sward ロビー・タイリングは，実は敷き詰め方のルールをほんの少し変えただけ生成できるとに気づいた．さらに考察を進めると，いままで知られていなかったであろう凸五角形（Rice1995）を用いたタイリングをいくつも発見した．その中には，72個の凸五角形によって形成出来る基本領域（並進のみで周期タイリングを生成するユニット）などもある．そして，この凸五角形（Rice1995）はその性質から，周期的なものや非周期的（nonperiodic）なものはいくらでも作ることができることがわかった．

参考文献

- マーチン・ガードナー（一松信 訳）：別冊日経サイエンス マーチン・ガードナーの数学ゲーム III [新装版]，日経サイエンス，2013. pp.21-32.
- Grünbaum, B. and Shephard, G. C.: *TILINGS AND PATTERNS*, W. H. Freeman and Company, New York, 1990. pp.492-497, and pp.517-518 (Chapter 9).
- Mann, C., McLoud-Mann, J., and Von Derau, D.: Convex pentagons that admit i-block transitive tilings (2015), <http://arxiv.org/abs/1510.01186> (accessed on 23 October 2015).
- Peterson, I.: Tiling with Pentagons - The Mathematical Tourist (2010), <http://mathtourist.blogspot.jp/2010/06/tiling-with-pentagons.html> (accessed on 28 August 2016).
- 杉本晃久: Marcia P Sward Lobby タイリングの分析，形の科学会誌，第 26 巻第 2 号 (2011), 122-131.
- Sugimoto, T.: Tiling problem: convex pentagons for edge-to-edge tiling and convex polygons for aperiodic tiling (2015), <http://arxiv.org/abs/1508.01864> (accessed on 28 August 2016).
- 杉本晃久: 平面タイル張り可能な凸五角形，数学セミナー，第 55 巻第 1 号 (2016 年 1 月号)，44-48. 正誤情報: <https://www.nippon.co.jp/blogsusemi/正誤情報/>

第 15 回国際放散虫研究集会（新潟, 2017 年）と形の科学

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

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

The 15th InterRad (Niigata in 2017) and Science on Form

Atsushi MATSUOKA

Faculty of Science, Niigata University, Niigata 950-2181 Japan

Abstract: The 15th Meeting of the International Association of Radiolarists (InterRad 15) will be held in Niigata, Japan in October, 2017. The Society of Science on Form is one of co-organizing associations of the meeting. The main theme of the InterRad 15 will be “The evolution of marine plankton since 500 million years ago”. The purpose of the InterRad 15 covers not only research field but also educational and outreach ones.

Keywords: InterRad, Niigata, research, education, outreach

はじめに

2017 年 10 月に新潟で第 15 回国際放散虫研究集会（InterRad 15）が開催される．形の科学会は InterRad 15 を共催している．InterRad 15 の概要を説明し，そこで検討される主要課題について紹介するとともに，放散虫研究の将来について展望する．InterRad 15 の統一的なテーマとしては，「5 億年の海洋プランクトン進化史の解明」が想定されている．InterRad 15 は，研究だけではなく，教育・普及活動についても重視している．

InterRad の日程・概要

InterRad 15 は以下に示すような日程・会場で開催される．

2017 年 10 月 23 日(月)– 24 日(火)

会場:新潟大学五十嵐キャンパス ライブラリーホール

分野横断型セッション

2017 年 10 月 25 日(水)

エクスカーション A:新潟県糸魚川地域での現地討論 中・古生代放散虫の産地を巡って

エクスカーション B:新潟県胎内地域での現地討論 新生代放散虫の産地を巡って

2017 年 10 月 26 日(木)–27 日(金)

会場:新潟大学駅南キャンパスときめいと

プランクトン特化型セッション

新潟での研究集会の前には，2 コースのエクスカーション（関東地方，中部地方）が，後には沖縄でのワークショップが開催される．InterRad 15 の会期に合わせて，企画展「放

散虫の世界」(仮題)が計画されている。

統一テーマの概要と研究内容

放散虫は5億年の化石記録をもつ海生の原生生物である。シリカからなる頑丈な骨格をもつため、5億年の進化史を追跡することができる。放散虫ほど長期にわたる化石記録をもつプランクトンは他になく、放散虫群集の時代変遷は海洋環境をモニターしているとみなしうる。また、放散虫は現在も海洋に生息し、プランクトン試料の検討により、水塊中の分布様式が把握されつつある。さらに近年、形態形成に関する理論的研究も急速に進展している。これらの知見を豊富な化石記録と合わせて検討し、さらに分子生物学的研究の成果を加えることにより、放散虫進化の全容を解明しうる。広い年代範囲・地理的範囲にわたる放散虫を用いて、5億年という長い地球史の中での海洋プランクトン進化を明らかにする。

放散虫の研究は、放散虫の進化史を反映した4つの区分で行われることが多い。すなわち、現世、新生代(6,600万年以降)、中生代(2億5千万年前～6,600万年前)および古生代(5億年前～2億5千万年前)である。年代区分ごとの研究目的、研究試料および主要な研究内容の関係を以下の表に示す。

区分	研究目的	研究試料	研究内容
現世	生き物としての放散虫の解明	日本周辺海域に生育するプランクトン	・放散虫の海洋での分布様式や時間変化の把握 ・飼育実験に基づく環境因子と形態形成の関係 ・分子生物学的な系統関係
新生代	海洋環境の時代変遷の解明	・海域の堆積物 (プランクトンを中心とする放散虫) ・海底コア試料	・縁海の形成および古海洋学的変遷の解明 ・放散虫の詳細な進化史の解明
中生代	深海底堆積物に記録された海洋環境の変動と放散虫群集の変遷との関係	・深海掘削試料 ・過去の遠洋性堆積物	深海底堆積物に記録された地球外天体衝突や大規模火山活動と、放散虫の変遷データから得られた海洋環境変動との関連の解明
古生代		・陸域の試料 (海域にはこの時代の地層なし)	

上記の個別の研究内容は、海洋プランクトンの進化という観点から統合される。時間軸を長くとることにより、放散虫という生物が海洋環境とどのように関連をもちながら進化してきたのかが明らかになる。深海底堆積物に記録された地球外天体の衝突については、日本に分布する中生代遠洋性堆積物の検討により解明されている。この研究は、恐竜絶滅の原因とされる白亜紀末の隕石衝突とは異なる時期に、天体衝突が起こったことを、地層中の放散虫が示す絶滅・回復を示唆する化石記録から明らかにしたものといえる。世界各地に分布する同年代の地層を検討することにより、天体衝突の影響の空間的広がりを把握することができる。

理論形態学的検討や分子生物学的検討を加えることにより、放散虫を“進化のモデル生物”として捉えて生物進化の一般性の理解にも繋がると期待される。微化石の新たな観察手法として、X線マイクロCT技術が急速に進展してきた。放散虫骨格の形態を正確に捉え、最適化という観点から宇宙構築物などの設計に応用することは、新たな放散虫研究の方向性といえる。

おわりに

日本で InterRad が開催されるのは、1994 年以来、実に 23 年ぶりである。形の科学会の皆さんにも、ぜひ InterRad に参加していただきたい。InterRad 15 についての情報は、以下のウェブサイト参照されたい。 <http://interrad2017.random-walk.org/>

長方形の可撓体の一部を重ね合わせて作る立体の研究

阿竹 克人

株式会社 阿竹研究所 〒468-0068 名古屋市天白区表台 15

atake@atake-i.com

Three-dimensional study to put a rectangular bendable member on top of one another

Katsuhito ATAKE

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

Abstract: This study shows a method to almost cover various curved surfaces without a gap by putting the diagonal of the rectangular bendable body on the side of the polyhedron.

Keywords: dome rectangle polyhedron

1. はじめに

世の中に流通している素材の大半は長方形の薄い板で、大半が多少とも可撓性を有する。代表的な素材は紙であり、建材では各種合板や波板などが該当する。流通している縦横比は紙が $1 : \sqrt{2}$ 、建材では $1 : 2$ のものが多い。

長方形のベニア板を曲げ重ねてなるべく隙間なく球面を覆う試みは、バックミンスター・フラーによってなされた。これは正 12 面体や正 20 面体の辺に中心線を重ねた板を配置する方法で、原理的に多数の五角形や三角形の大きな隙間を生じるが、プライドームと呼ばれて簡易なシェルターとして利用されている。

本研究は多面体の辺に長方形の対角線を重ねることで、より多様な曲面をほぼ隙間なく覆う方法を示すものである。

2. 基本原理

長方形を斜めに重ね合わせると三回対照と六回対照を組み合わせて規則正しく平面を覆うことができる。重なりあった部分を除くとひし形のタイリングになっている。

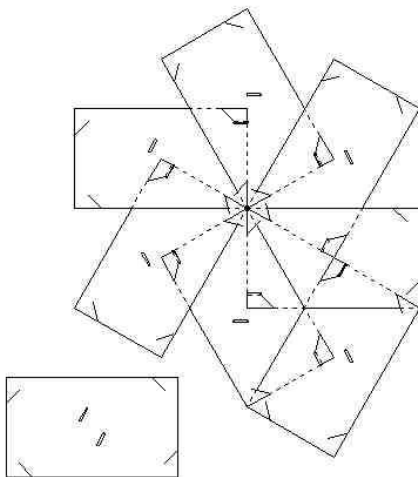


Fig.1 $1 : \sqrt{3}$ 長方形の場合

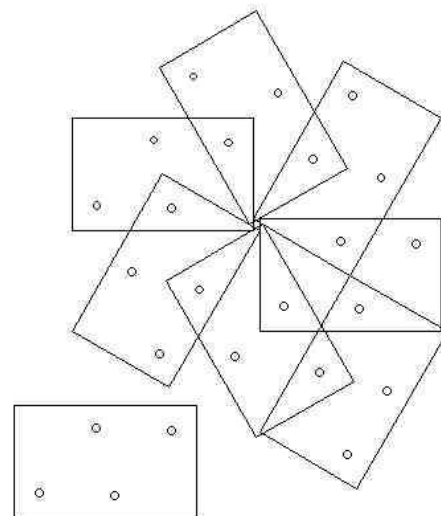


Fig.2 黄金比長方形の場合

Fig.1 は $1 : \sqrt{3}$ 長方形の場合で、長方形の頂点は隣り合う長方形の中心と重なっている。図のように端部に切れ込みによるかぎ爪、中央部にかぎ爪を通すスリットを設けることで回転対称状に重ねて接合できる。長方形から重なった部分を除くと正三角形二つからなるひし形のタイリングになっている。

Fig.2 は黄金比長方形の場合で、ここでは接合部は標準的なボルト接合用の穴としている。この比からは対角線が黄金比のひし形が得られ、長辺を正 20 面体の対角線に重ねると 30 面体を構成することができる。

この平面を構成する可撓体を追加したり間引くことで原理的に自由に曲面構造を作り出すことができる。

3. アナとハートの接合部

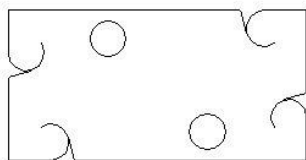


Fig.3

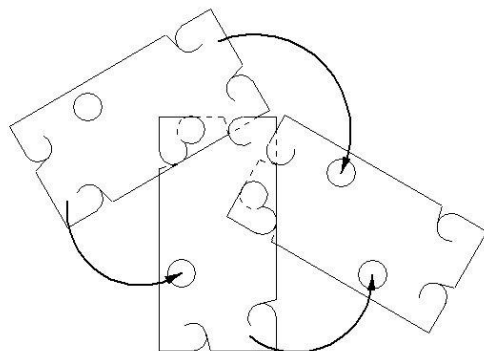


Fig.4



Fig.5

Fig.1 のスリットを丸穴とし、四隅の爪を Fig.3 の形状とすることで回転可能で止めやすく外しやすい接合部が出来る。止められた形状はハート形となる。

また穴の位置は端に寄せたほうが、平面充填性は犠牲になるものの様々な形状に対応できることが分かった。また長方形の縦横比は標準的な建材をイメージして $1:2$ としている。

Fig.4,5 は三枚で構成される立体で、頂点による形状は三角双錐と一致する。

4. 組み立てられる多様な形状

この方法は以下のように多様な素材や形状に適用可能である。



Fig.6 上図はドーム内観(ひし形 90 面体)、右上は 12 面体、右下は厚紙による直方体形状

ポリゴンメッシュで再現された歴史的木彫に対する形態分析

王 健 久保光徳

千葉大学工学研究科 千葉大学

kunoichi99@gmail.com mkubo@faculty.chiba-u.jp

Form Analysis of Historical Woodcarving by Polygon Surface

Jian Wang Mitsunori Kubo

Chiba University Graduate School & Faculty of Engineering, Chiba University

Abstract: The study aims to determine the basic styling preferences of the wooden carving sculptors. The existence of ‘Imaginary circle’ hidden in the wave of Ihachi and ‘Imaginary sphere’ hidden in the dragon of Yoshimitsu are detected. According to the result of k-means cluster analysis to the normal vectors of all polygons of 3D models, ‘Wave styling by 2.5D lamination’ and ‘Dragon body styling concentrated on mass’ are proved to be the styling preference of Ihachi and Yoshimitsu.

Keywords: Normal Vector, Laminating Form, K-means cluster

1. 研究目的と対象

本研究は、江戸時代後期に千葉県安房地区を中心に活躍した代表的な彫刻師である武志伊八と後藤義光の彫刻作品の形態特徴の解明を試みるものである。伊八の造形の代名詞といえる「波」と義光造形の特徴が顕著に見られる「龍」に対する形態分析を、3D形状スキャンニングとそれによって取得されたそれぞれの形態のポリゴンメッシュに対する曲率分布、特徴形態の抽出などにより実施した。今回は、両彫刻師の代表作とされている、大山寺不動堂向拝（千葉県鴨川市）に施された伊八の「波」と、鶴谷八幡宮向拝（千葉県館山市）の義光の「龍」の2形態に対する分析結果を報告させていただき、両形態の根本にある造形原理の差異を探りたいと考えている。

2. 研究方法

まず、リバースエンジニアリング的手法に従って、取得した両形態の3Dデータからそれぞれにポリゴンメッシュを定義し、その曲率分布を算出すると同時に、両形態の基本的な特徴を代表する部分形態（特徴形態）を抽出した。その結果、伊八の「波」には、“仮想的な円”の重なり（積層平面）と、そして義光の「龍」には、“仮想的な球”のつながり（連続球体）を読み取る可能性を示すことができた。次に、この特徴形態の分布傾向から読み取れる両形態のポリゴン面の法線方向の顕著な違いを定量的に表現することを目的として、ポリゴンそれぞれの向きを示す単位法線ベクトルの始点を一原点に集中させ、球状の全ベクトル終端群を構成した。この終端群に対するクラスター分析を実施し、両形態のポリゴン面の法線ベクトルの方向分布状況にみられる集中傾向（異方性）の違いを示すことができ、両形態の根本的な造形傾向の差



a) 大山寺不動堂向拝 地龍と天龍

b) 鶴谷八幡宮向拝 百態の龍

図1 伊八の「波」と義光の「龍」

異を示唆することができた。

3. 研究結果

3.1 曲率分布の差異

図 3 に見られるように、「波」では曲率が大きく変化する区域は形態外輪郭線のみではなく、形態の表面にも連続して分布している。具体的に観察すると、曲面と曲面が接触するところには顕著なエッジを彫り、エッジ（カーブ）によって特徴的な形態を強調する造形傾向が読み取られる。一方、「龍」では外輪郭線以外の区域では曲率が大きく変化する区域はより少なく、「波」に見られる描画線のような視線誘導的造形はなく、自然な立体が再現されている様子がうかがえる。

3.2 積層平面と連続球体の造形傾向

「波」の輪郭線から複数の特徴的な二次元の外接円（仮想的な円）が存在することを算出した。さらに、それぞれの仮想円の中心軸を合わせるように平面が積層されて「波」が構成されると理解できる。また、「龍」においては、その曲面に内接する数個の球体が、龍の骨格を表すように連続している見なすことができるかと判断した。

3.3 ポリゴンの法線ベクトルの分布状態

上述の「積層平面」と「連続球体」の特徴形態を定量的に示すことを目的として、両形態を再現するポリゴンメッシュすべての単位法線ベクトルの始点を原点に集中させて形成されるベクトル終端による単位半径の球状終端群を定義した。この終端群の三次元座標に対するクラスター分析より、「波」を構成するポリゴン表面に顕著な方向性、異方性が存在すること、つまり積層された平面につながる造形傾向があることを確認した。

4. まとめ

今回の形態分析から、「積層平面」つまり 2.5 次元的な平面積層の造形傾向と、「連続球体」に代表される 3 次元的な球体（量塊）の中心の連続したつながりをフレームとする造形傾向の二つの特徴的な造形傾向を読み取ることができたと考えている。

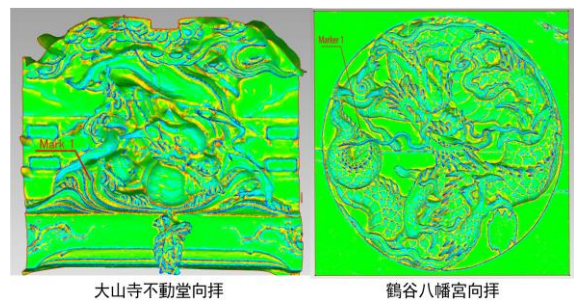


図 2 「波」と「龍」の曲率分布

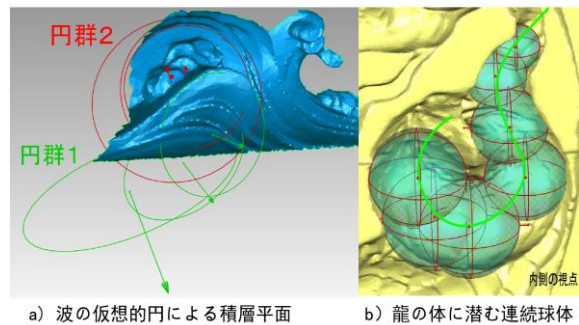
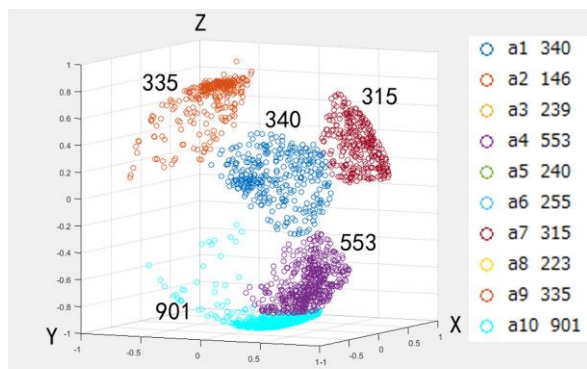
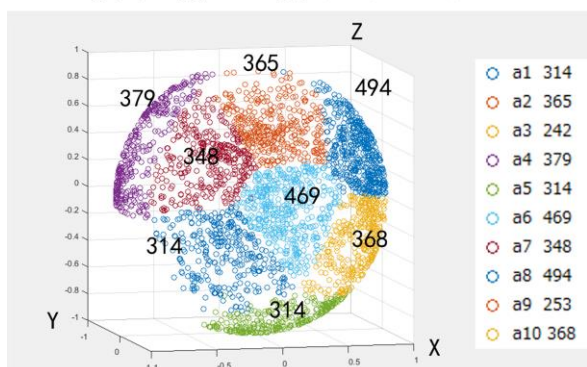


図 3 積層平面と連続球体



伊八の波：300以上のクラスター



義光の龍：300以上のクラスター

図 4 法線ベクトル終点に対するクラスター分析

平面画像の立体認識による分離方法と製品

鈴木英雄 鈴木博英

株式会社 一心助け、住所 千葉県柏市みどり台 4-23-3

yq@jade.plala.or.jp

A separation method and product by the three-dimensional recognition of the plane image

Hideo Suzuki Hirohide Suzuki

IsshinTasuke Co., Ltd, 4-23-3, Midoridai, Kashiwa-shi, Chiba

Abstract: show it while being a plane image as if there is a three-dimensional thing and let it is hard to let the other division Zone invade it from the running traffic division Zone and do it and am a method to let an accident decrease sharply and a product.

Keywords: Plane image, Stereoscopic vision, safe, Separation, Stand out

国内外内の交通事故多発をより安全・安心なものにするために考え出しました。

- ① 通行区分帯・レジ等の順番整列帯やゾーンを平面画像でありながら、あたかも立体物があるかのように見せ、走行中の通行区分帯から他の区分帯に侵入させにくくさせ、事故を激減させる方法及び製品です。

誤って他の通行帯・ゾーンに侵入したとしても、従来のように構造物にぶつかることが無く、怪我や物損事故もなく、荷降ろしでの一時駐車も可能であり、商店街への影響も少ない。

構造物でないため交差点上に設置することにより、自動車と自転車・歩行者等の巻き込み事故も大幅に防ぐことが出来る。

国内外の経済活性化をはかるために考え出しました。

- ② 国際マラソンをはじめ、各種スポーツ大会・遊園地・動植物美術館・その他におけるレジ等の順番整列帯やゾーンに関連する平面画像やスポンサー（お茶・カメラ・応援メッセージ等）の平面画像を立体認識させる方法及び製品を使うことで観客動員、広告効果、経済波及、雇用増大が計れます。

企業製品を立体視させることで、テレビ中継や観客に従来の広告に比べ格段の費用低下と効果増大が計れる。

世界中の行政、観光、産業、名産品、その他を世界に発信するために考え出しました。

- ③ サッカー広告のテレビ画像による立体認識技術と違い、観客にも目視で立体認識でき、設備や費用も大幅に激減し、室内や小規模施設にも応用ができ、好きな（ビール・ジュース・会社名など）画像や文字により表現でき、個人的な（マラソン大会・コンサート会場での応援メッセージなど）当該サービスを利用（購入）することができる。

製品立体視により視聴率効果と製品認知効果及び立体視製品を使う事で大会費用・選手援助に貢献する。

背景・動機

近年自動車道路での自動車と自転車の事故や歩道での自転車と歩行者との事故が増え、また、放置自転車等の対策や事故を減少させる方法が要望されている。

放置自転車・違法駐車自動車対策に道路標識コーンやバリケード、注意看板等を設置し

ているところもある。

劇場・店舗・駅等での切符や買い物品のレジなどでは、白線を引いたり、テープ等で順番整列をさせている。

道路上に突起物として、路面を分離したものがあるが、自動車・自転車・歩行者が乗り上げ転倒する危険性がある。

通行区分帯・ゾーンや順番整列帯・ゾーンにあたかも立体物があるかのように見せることにより、走行中の通行区分帯から他の通行区分帯やゾーンに侵入しにくくさせることで、安全・安心な分離方法であることから考案した。

また、広告効果を高めるため、従来の平面画像の製品広告を立体画像にし、あたかも飛び出しているかのごとくする、T-シャツに立体画像認識を添付する、立体認識画像のシールにより昆虫その他の知識学習に効果を上げる。

具体的アプリケーション

- ① 通行区分帯・レジ等の順番整列帯やゾーンを平面画像でありながら、あたかも立体物があるかのように見せ、走行中の通行区分帯から他の区分帯に侵入させにくくさせ、事故を激減させる方法及び製品（交差点の中央においてもぶつからず、乗りあげるだけで事故が低減します）



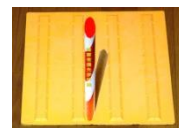
実物ポール



ポール平面画像変換



置くだけ



点字ブロック貼付

- ② 価格・設備費が安価、費用対効果が高い、応用範囲が広い、世界に発信できる。
- ③ 道路・駐車場など土木関連：従来の実物と比較して優位な価格設定。（品質・安全・安心を加味）
- ④ 従来品は実物と設置費用及び専門業者が施工に対し、当製品はただ道路等に貼るだけで誰もが簡単に施工でき、実物の費用で施工できる。
- ⑤ 国際マラソンをはじめ、各種スポーツ大会・遊園地・動植物美術館・モノレールその他におけるレジ等の順番整列帯やゾーンに関連する平面画像やスポンサー（お茶・カメラ・応援メッセージ等）の平面画像を立体認識させる方法及び製品を使うことで観客動員、広告効果、経済波及、雇用増大が計れます。
- ⑥ 企業製品を立体視させることで、テレビ中継や観客に従来の広告に比べ格段の費用低下と効果増大が計れる。
- ⑦ サッカー広告のテレビ画像による立体認識技術と違い、観客にも目視で立体認識でき、設備や費用も大幅に激減し、室内や小規模施設にも応用ができ、好きな（ビール・ジュース・会社名など）画像や文字により表現でき、個人的な（マラソン大会・コンサート会場での応援メッセージなど）当該サービスを利用（購入）することができる。
- ⑧ 例：マラソン大会で1枚1000円の立体視企業シールを10mごと沿道に貼ると、 $4200 \text{ 枚} \times 1000 \text{ 円} = 4200000 \text{ 円}$ × スポンサー数 + 放映料その他。
- ⑨ 東京オリンピック・パラリンピックの目標総額1500億円以上・・・主な権利：大会マーク使用、大会会場によるプロモーション、関連映像・写真等の使用（自動車・ビール・果実・農産物・菓子・銀行・石油・アパレルその他スポンサー）



糊



飛び出すウルトラマン・メロン特産物



ビール

可視化された相互コメントの時間的変化の分析

河野広和¹⁾、松浦執²⁾

¹⁾東京学芸大学附属世田谷小学校、〒158-0081 東京都世田谷区深沢 4-10-1

²⁾東京学芸大学教育学部、〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

¹⁾hirokazu@u-gakugei.ac.jp、²⁾shumats0@gmail.com

Analysis on the Time Process of Visualized Mutual Commenting

Hirokazu Kawano¹⁾, Shu Matsuura²⁾

¹⁾Attached Setagaya Elementary School of Tokyo Gakugei University, Fukasawa Setagaya Tokyo 4-10-1,

²⁾Tokyo Gakugei Univ., Science Education, Nukuikita Koganei Tokyo 4-1-1

Abstract: A collaboration tool for iPad was used for students' mutual commenting on the results of group experiments on plant growth. A concentration of commenting on the particular groups was found in the earlier phase of the activity.

Keywords: Elementary school lesson, ICT, Collaborated learning, Mutual commenting

1. 目的

東京学芸大学附属世田谷小学校（以後「本校」と表記）の理科では、児童の協働的な思考活動を活性化するため、iPadを用いて児童のグループ実験の結果に相互にコメントしあう活動を行っている。クラス全体の児童の入力状況は、各自のiPad上でリアルタイムに表示され、児童はそれを見ながら自分の気づきについてコメントを入力していく。

このような活動において、実際どのように書き込み活動が進むのか、書き込まれる内容の時間経過はどのようなものか。本研究ではこれらの分析を通じて、体系化されず情報量の多い教材から、児童が課題を発見していくことができるかどうかを考察する。

2. 方法

調査対象は本校第5学年男子17名、女子17名、調査時期は平成28年6月である。第5学年理科の「植物の発芽」「成長の条件」において、班ごとに実験条件を設定させ、実験計画から実施までを行わせた。

iPadアプリのClassRoomの1画面を3×3分割し、8つの班ごとに1セル内に特徴的な結果のデータ（文字列および写真）をレイアウトさせた（図1上）。実験条件は班によって異なる。

このページに、児童個別の気づきをその位置に文字列を記入した付箋の形態で貼らせた。他

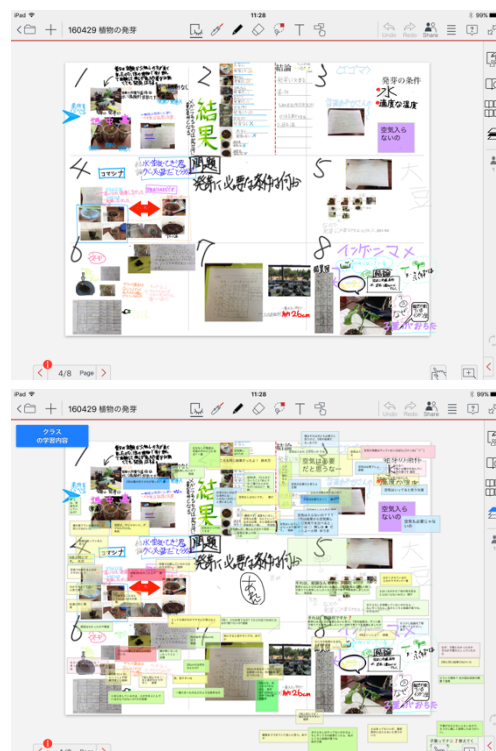


図1. 植物の発芽の実験結果画面。上：8つの実験班ごとの結果、下：結果画面上にコメントが貼り付けられたところ。

の児童の記入をリアルタイムに参照でき、他の児童のコメントを読みつつ書き込みをしていた。

3. 結果

図 2 は付箋の貼り付け数の時間発展である。最初の入力があって後 10 分間程度は線形に増加し、その後飽和する傾向であった。「植物の発芽」での開始後 9 分間の付箋貼り付け数の時間発展である。時刻の記録精度は 1 分である。この時間帯ではほぼ線形の増加が見られ、増加率 η は $\eta = 4.1 \text{ min}^{-1}$ であった。この間に、参加者 32 名のうち 67% にあたる 24 名が発言している。「成長の条件」では最初の入力後 16 分程度まで線形部分が現れ $\eta = 5.6 \text{ min}^{-1}$ であった。

図 3 は「植物の発芽」での各児童の付箋貼り付け時刻を示したものである。8 名の児童は 1 回の貼り付けで終えたが、他は 2 回以上貼り付けしており、一人当たり平均 2.8 ± 1.7 回の貼り付けがあった。同じく「成長の条件」では 3.7 ± 2.4 回の貼り付けが見られた。

図 4 は各班エリアへの付箋貼り付け過程である。特定の班への貼り付けがやや集中する傾向が見られる。そこで 5 分間ごとの付箋の集中度の変化を Morishita Overlap Index を用いて特徴づけたところ図 5 のように飽和期に至るまで集中度が高まっていることが見られた。この指標は 1 より多いときに集中度が高いことを示す。

書かれたテキストでの名詞の出現率を調べると、前半 15 分では「空気」の出現率が 0.47 で、空気が発芽の条件となるかどうか話題が集中したことが示唆された。後半 15 分では「空気」0.23、「土」0.17 他「班」「結論」「発芽」「子葉」「表」が 0.1 以上で、前半よりも話題の広がりが示唆された。可視化されている情報は多様であるものの、前半の線形増加期にはやや話題の集中があり、その後の飽和期にやや視野が広がってまとめていこうとする姿勢が生じていたのではないかと推察される。

4. 結論

iPad アプリでの意見交換は、情報が多条件でありながら短時間で集中的活動が実現し、また特定の班への集中が見られながら進行することが見られた。

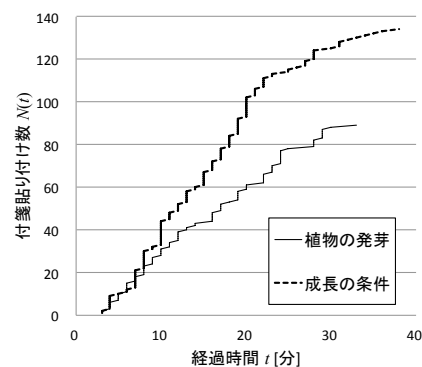


図 2. 付箋貼り付け数の時間発展

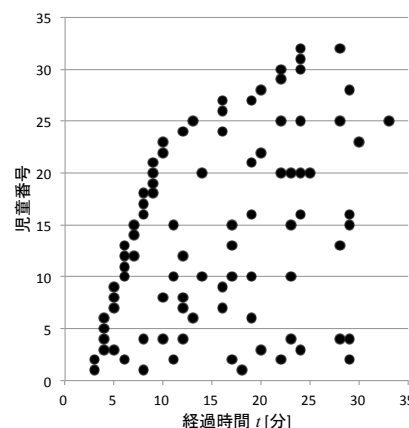


図 3. 各児童の付箋貼り付け時刻 (植物の発芽)

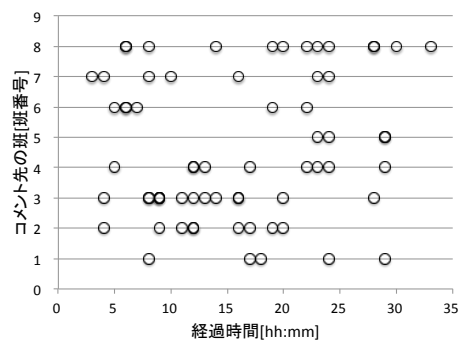


図 4. 各班への付箋貼り付けの時間過程

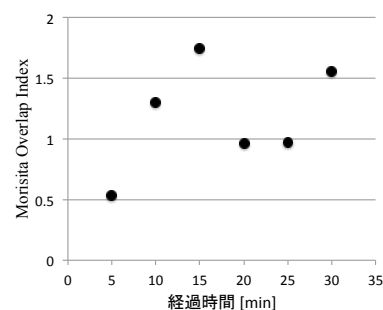


図 5. 5 分間ごとの付箋の集中度

3次元技術の活用によるカンボジア文化遺産の模型作製

内田龍之介¹、宮本圭佑²、手嶋吉法^{1,2}

¹千葉工業大学工学部機械サイエンス学科、

²千葉工業大学大学院工学研究科機械サイエンス専攻

Making models of Cambodian cultural heritage by using of 3D technology

Ryunosuke Uchida, Keisuke MIYAMOTO and Yoshinori TESHIMA *

Chiba Institute of Technology, 2-17-1 Tsudanuma, Narashino, Chiba 275-0016, Japan

*yoshinori.teshima@it-chiba.ac.jp

Abstract: It is very significant that the shape of the historical spot is preserved as a digital data. We generated 3D shape data of historical spots in Sambor Prei Kuk in Cambodia and created 3D real models by 3D printing.

Keywords: miniature, three-dimensional technologies, 3D, 3D Scan, 3D printer, photo scan

1. はじめに

カンボジアにはアンコールワットをはじめ、歴史的に価値のある文化遺産が数多く存在する。近年、サンボープレイクック(Sambor Prei Kuk)という遺跡群が注目を浴びている。サンボープレイクックは7世紀頃の遺跡であり、12世紀頃に建てられたアンコールワットよりも古い。図1にサンボープレイクック遺跡の中では大型な建造物であるプラサート・タオを示す。



図1 プラサート・タオ
(サンボープレイクック遺跡群)

我々は、CWA(Community Work for Asia)という団体[1]から、サンボープレイクック遺跡の三次元データ化と模型作製に関する説明及び現地の若者への各種機器の使用法の指導を依頼され、カンボジアにてそれらを行った(2016年7月末)。この時、現地ではCWA主催の国際会議が開かれており、我々はプレゼンとワークショップを行った。

遺跡の三次元データ化と模型作製は、(1)現地の人々による土産作りや(2)サンボープレイクック遺跡のユネスコ世界文化遺産申請を支援するものである。(1)および(2)により、現地の人々の雇用創出が期待されている。

2. 遺跡の3次元形状データ生成と模型作製

今回我々は、(A)フォトスキャン および (B)3D スキャンの2通りの方法を用いて、遺跡の3次元形状データ生成を行った。

(A)は、通常のデジタルカメラを用いて、様々な方向から写真を数十枚撮影し、それらを統合して三次元形状データを生成する方法である。統合の為のソフトウェアは、Autodesk社のRemakeを用いた。各写真において、対象物の占有率が7割以上であること、また全

方向から撮影されていることが、適切な統合データを得る為の条件である。(A)の利点としては、通常のカメラで撮影するので特別な技量を要しないこと、低価格であること、また対象物のサイズによらずnデータを生成できる点が挙げられる。短所としては、統合データの生成に時間がかかること、データの欠損が書き出し後でないと判断が出来ない点がある。

次に、(B) 3D スキャンは、3D スキャナを用いて対象物を撮影する方法である。今回は、3D Systems 社の SENSE を用いた。形と色は 3D スキャナ内臓のカメラで、距離は赤外線レーザで取得する。一筆書きのように連続した撮影を全方向に対して行う。この方法はスキャナで読み取りながら同時に 3 次元データを書き出すため、データ欠損の気付きが容易で、時間的効率はフォトスキャンより優れている。ただし、機器操作に対する慣れが必要であり、SENSE に関しては対象物のサイズはフォトスキャンと比べると限定される。

以上 2 種類の方法を用いて 3 次元形状データを生成し、3D プリンタ(機種：Afinia H480)を用いて模型を作成した。図 2 にライオン像、と図 3 にライオン像の模型、図 4 にプラサートタオの模型を示す[2]。

3. 土産品としての模型製作にむけて

3D プリンタでの造形は、多品種少量生産（あるいは一品もの）には適しているが、量産には不適である。量産には型の利用が有効であることを CWA 国際会議で強調した。3D プリンタ造形物をオリジナルとし、型により複製品を造る。国際会議のワークショップでは、簡易なシリコン型を用いた複製方法を指導した（図 5）。実際の土産品の量産では、本格的な型を用いる必要があり、これに関してはカンボジア国内の型技術者に相談する様に勧めた。

参考文献

- [1] <http://waa-bc.com/cambodia/jp/main/> サンボープレイクック遺跡群
- [2] R. Uchida, K. Miyamoto and Y. Teshima, Development of miniaturized models of historical spots in Cambodia by using 3D technologies, (ポスター発表) Interdisciplinary Workshop on Science and Patents (IWP) 2016, Univ. of Tsukuba, September 2016.



図 2 ライオン像



図 3 ライオン像の模型
(左から 高さ 3cm, 4cm, 6cm)



図 4 プラサートタオの縮小模型
(高さ 10cm, 造形時間 3.5h)



図 5 シリコン型による複製

空間曲線による幾何学模様の生成

森田克己

札幌大谷大学芸術学部

Generation of Geometric Patterns by Space Curves

Katsumi MORITA

Faculty of Music and Arts, Sapporo Otani University

Higashi 9, Kita 16, Higashi-ku, Sapporo, Hokkaido 065-8567 Japan

Keywords: geometric curve, geometric pattern, space curve

1. はじめに

モチーフとしての幾何曲線は、美術・デザイン・映像・建築等の様々な分野で造形化されてきた。言わば、造形の分野における幾何曲線は、モチーフとして大変魅力的な存在である。筆者は、これまで単純な幾何曲線を用い、独自のルールを適用し幾何学模様の生成について追求してきた^{[1][2]}。そこで生成した幾何学模様は、平面曲線としての特徴が顕著なものであった。それに対し、本研究では空間曲線を用い、その特徴が反映された幾何学模様の生成を目指す。本研究の目的は、アート・デザイン等の造形表現において有効活用できる方法論を提供しようとするものである。

2. 方法

幾何学模様生成（以下、模様生成）をする方法としては、先行研究である小高^[3]の手法を踏襲し、アフィン変換を適用する。模様生成のための手続きとして、第1に、模様生成のために、模様の構造を決定する曲線と模様の形状を決定する曲線との合成を考えた。第2にモチーフとしての幾何曲線をXY平面における投影図をベースにしたXYタイプとそれをベースにしてY軸を基に90°回転しYZ平面上に変換したYZタイプを考案した。第3にアフィン変換を適用し、平行移動と回転移動（以下、自転）を適用する。平行移動を適用した場合をAタイプ、平行移動と自転との組合せを適用した場合をBタイプと呼ぶ。以上の設定から、XYタイプにおけるXY-Aタイプ、XY-Bタイプ、YZタイプにおけるYZ-Aタイプ、YZ-Bタイプを生成する。

2.1. 模様生成のための設定

第1に、模様の構造を決定する軸としての曲線を円に限定する。第2に、平面曲線である円を空間曲線に変換した。このときの円は、 t を媒介変数として、 $x = f(t)$, $y = g(t)$, $z = h(t)$ と示すことができる。この円を汎用円と呼ぶ。第3に、モチーフとしての曲線を、楕円、外転サイクロイド、内転サイクロイドに選定した。楕円は、長軸と短軸の比率を黄金比に設定し、この楕円を黄金楕円と呼ぶ。第4に、模様の形状については、空間曲線に幅を与え考案したテープによって特徴を与える。

2.2. 投影面の設定

2.2.1. XY タイプ

XYタイプのプロトタイプは、XY平面つまりHP(水平投影面)におけるモチーフをユニットとする。黄金楕円を例にした投影図を図1bのHP上に示す。

2.2.2. YZ タイプ

YZタイプのプロトタイプは、YZ平面つまりVP(直立投影面)におけるモチーフをユニットとする。図1bにおいて、VPのa1c1b1d1は、HP上の黄金楕円acbdをY軸を軸にしてYZ平面に回転移動した投影図である。

2.3. アフィン変換の適用

アフィン変換を適用した場合をXYタイプとYZタイプの各々で示す。

2.3.1. 平行移動

黄金楕円をモチーフし、直線を軸として平行移動させた例をXY-Aタイプとして図2aに示す。

2.2.2. 自転

黄金楕円をモチーフとしてZ軸に対して自転させた例を図2bに示す。

2.2.3. 平行移動と自転との合成

黄金楕円をモチーフにし、直線を軸として平行移動と自転との合成による例をXY-Bタイプとして図2cに示す。さらにYZ-Aタイプの例を図2dに、XY-Bタイプの例を図2eに示す。

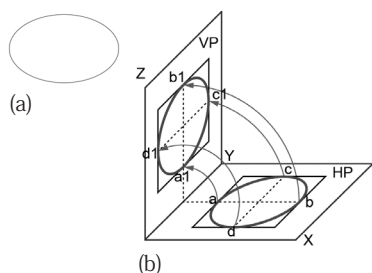


図1 黄金楕円の投影図と変換

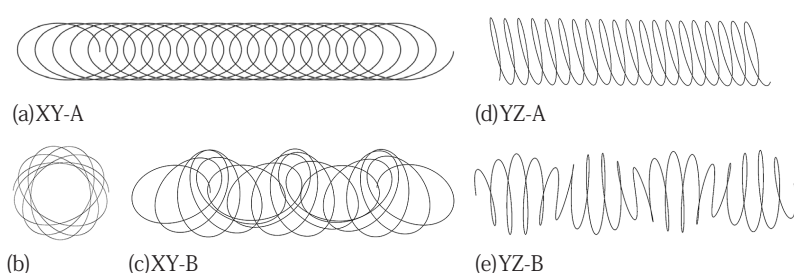
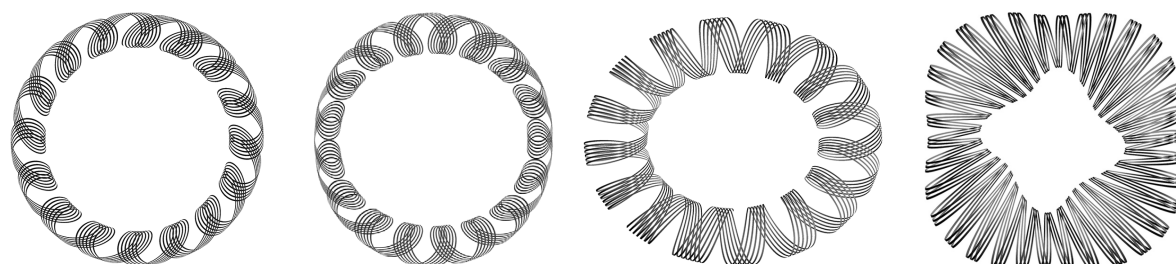


図2 黄金楕円をモチーフとして直線を軸としたアフィン変換の例

3. 結果

構築した方法と想定したプロトタイプに従い、模様生成を試行した。結果を次に示す。各図のモチーフは、図3は黄金楕円、図4は外転サイクロイド、図5は内転サイクロイドを適用している。



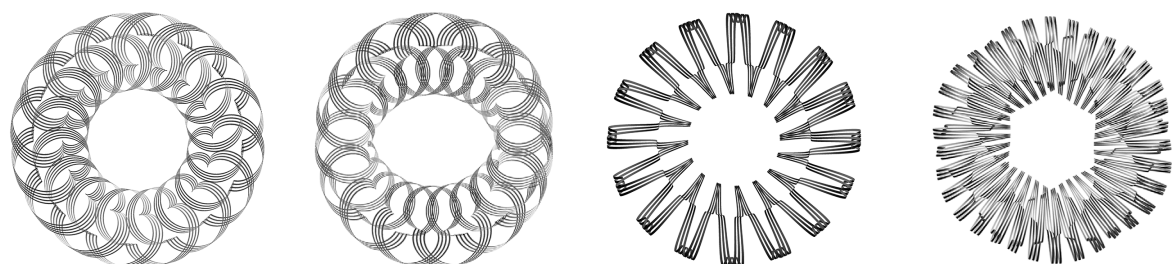
(a)XY-A タイプ

(b)XY-B タイプ

(c)YZ-A タイプ

(a)YZ-B タイプ

図3 黄金楕円をモチーフとした幾何学模様



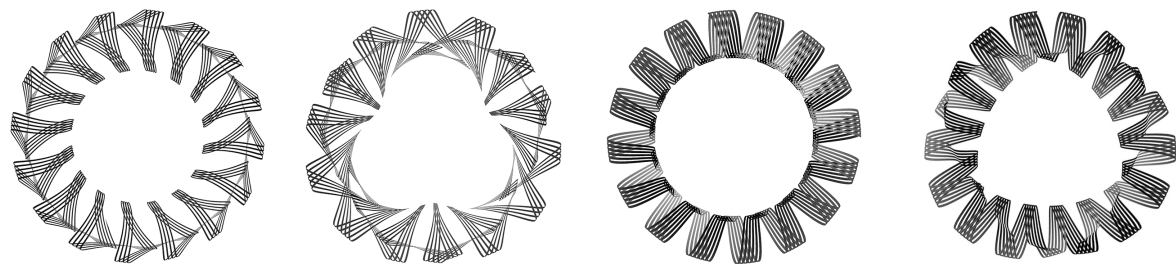
(a)XY-A タイプ

(b)XY-B タイプ

(c)YZ-A タイプ

(a)YZ-B タイプ

図4 外転サイクロイドをモチーフとした幾何学模様



(a)XY-A タイプ

(b)XY-B タイプ

(c)YZ-A タイプ

(a)YZ-B タイプ

図5 内転サイクロイドをモチーフとした幾何学模様

4. まとめ

本稿は、構造の軸としての汎用円を対象にし、単純な幾何曲線をモチーフとして、軸とモチーフの合成に基づいた空間曲線による模様生成を試行した。設定としては、第1にXY平面におけるモチーフとYZ平面におけるモチーフをユニットとした。第2に、平行移動及び平行移動と自転との合成によるアフィン変換を適用した。結果として、生成した模様の形状において空間曲線の特徴がある程度確認できた。

参考文献

- [1] 森田克己, “Shapes of Knot Patterns”, Forma Vol.22, No.175-91(2007)
- [2] 森田克己, “楕円をモチーフとした幾何学模様の生成” 図学研究 第49巻3号(通巻147号)3-11(2015)
- [3] 小高直樹, “周期関数による幾何学模様の生成とその置換”, 図学研究 第32号第3号(通巻第81号)6169(1998)

筋電及び動作解析からみた剣道

西畑大輔*、高田宗樹、平田隆幸

福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻

〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

*E-mail:dn0718nisita@yahoo.co.jp

The analysis of the electromyography and the body movement of Kendo

Daisuke Nishihata, Hiroki Takada and Takayuki Hirata

Department of Human and Artificial Intelligent Systems,

Graduate School of Engineering, University of Fukui

Abstract: 剣道における身体運動の計測をバランス Wii ボードと筋電計同時計測によって行った。武道における重心の移動は重要である。我々は、バランス Wii ボードにより、構えおよび打ちの動作中の重心移動を計測できる可能性を示せた。また、未経験者、経験者の打ち動作の違いを明らかにするため筋電図の比較を行った。その結果、剣道の経験の有無による違いが筋電図にもみられることを明らかにした。

Keywords: Kendo, Electromyography, Wii Balance Board, Body movement

1. はじめに

身体運動と知能には密接な関係がある。人間の身体運動の中でもスポーツは極限状況での最適化が行われていると考えられる。本研究では、スポーツの中でも身体を最大限に活用し、相手より早く、竹刀を相手の一本になる決められた場所に正確に当てることを必要とされる剣道に焦点をあてた。

平成 24 年度の教育改革により、武道が中学校保健体育の必修科目となった。そのため、剣道経験のない教員が剣道を教えるという状況が多く生じることとなった。剣道を本格的に経験していない教員が生徒に正しく剣道を教えるため、具体的な指導法が必要である。ここでは、未経験者、経験者の打ち動作の違いを筋電図や重心移動の計測から定量化する。

2. 筋電計とバランス Wii ボードによる同時計測

剣道未経験者 6 名、剣道経験 6 年以上の経験者 6 名、計 12 名を被験者とした。実験は、表面筋電計(WEB-1000：日本光電社)とバランス Wii ボード(任天堂)を用いた同時計測を行った。今回は以下の 2 つの計測を行った。

- ・ バランス Wii ボードの上で構えの状態で 60 秒間静止
- ・ バランス Wii ボードの上から打ち動作を行う

構え時の足の置き方は左足のつま先と右足の踵が同一線上になるようにし、左右の幅は握りこぶし 1 つ空ける。また、左足の踵は浮かし、右足の踵も完全に付けないように指示した。被験者には竹刀を持たせ、剣道の中段の構えから振りを行うよう指示した。計測部位は左右腕橈骨筋、右上腕二頭筋、左右僧帽筋、右大腿直筋、右大腿二頭筋、左腓腹筋を対象に表面筋電図を記録した(Fig. 1)。

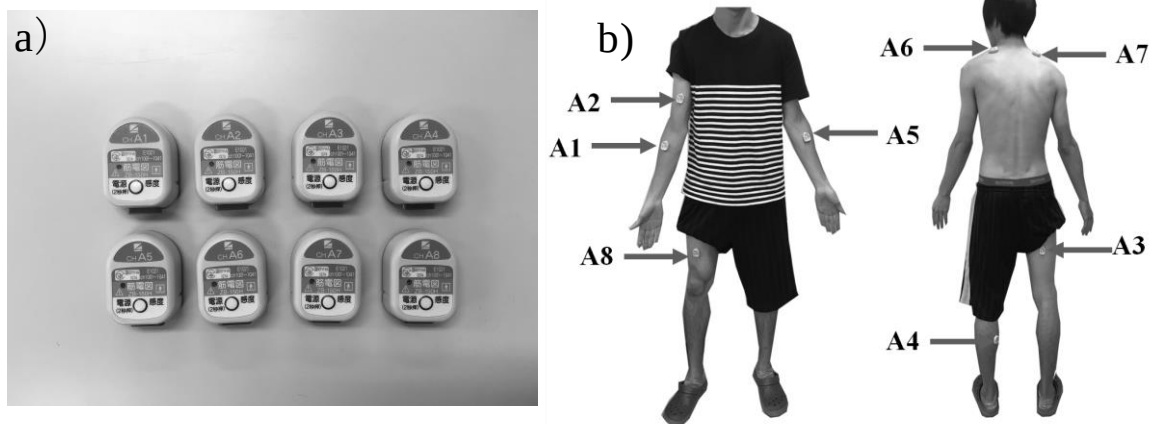


Fig. 1 テレメータピッカと貼りつけ位置。a)表面筋電計 WEB-1000 のコードレステレメータ電極(テレメータピッカ)、b)テレメータピッカの貼りつけ位置、A1)右腕橈骨筋、A2)右上腕二頭筋、A3)右大腿二頭筋、A4)左腓腹筋、A5)左腕橈骨筋、A6)左僧帽筋、A7)右僧帽筋、A8)右大腿直筋。

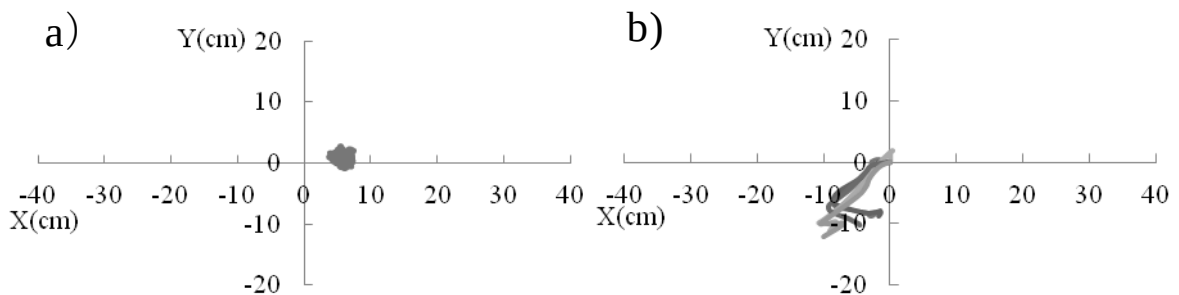


Fig. 2 バランス Wii ボードの計測から得られた典型例(x 軸の+方向を正面に構えた)。
a)構えの状態で 60s 静止させた時の重心動揺図、b)構え静止時から踏み込みまでの面打ち動作 5 回の重心移動を重ね合わせた図。

3. 解析

表面筋電図解析では、得られた表面筋電図に整流平滑化の処理を行い、最大努力時の筋電位の値に基づいて、相対値である%MVC(Maximal Voluntary Contraction：最大随意収縮)積分値を算出して、未経験者と経験者の比較を行った。重心動揺の解析指標には重心点の総移動距離を表わす総軌跡長と動揺図の軌跡の外形面積を表わす外周面積を用いた。また、打ち動作時の重心移動については各被験者の技ごとに重ね合わせを行い再現性などをみた (Fig. 2)。

4. まとめ

重心動揺計測では未経験者の敵の有無から有意な差がみられた。未経験者は敵と対面することがないため有意な差がみられたと考える。また、表面筋電図計測では未経験者と経験者との間では下肢の筋肉から有意な差がみられた。剣道の打ち動作の指導では上肢より下肢の重要性が高いといわれているため、経験者は長年のトレーニングから自然と上手く下肢の筋肉を使っているのだと考える。重心移動計測では重心移動の可視化により再現性をみることができた。

シミュレーションから連なり線を決定する新手法

根岸利一郎, 関口久美子, 内田正哉
埼玉工大, 〒369-0293 深谷市普齊寺 1690
negishi@sit.ac.jp

Novel Method to Determine Parastichies through Simulation

Riichirou Negishi, Kumiko Sekiguchi, Masaya Uchida

Saitama institute of Technology, 1690Fusaiji, Fukaya, Saitama, 369-0293, Japan

Abstract: We calculated parastichies in sunflower seeds and pineapple rementa using Fourier. The parastichies for the seeds and rementa were simulated. We found that as imperceptibly changing the divergence angle, Fibonacci and Lucas sequences alternately appeared. In conclusion, it is effective to apply Fourier transform in calculating the parastichies.

Keywords: Fibonacci, Fourier transform, Parastichies, Pineapple rementa, Sunflower seeds

はじめに

よく知られているようにヒマワリの種は表面をらせん状に連なり, その連なり数(Parastichies)は図 1 の例に示すように径によって異なるが, 一周中で 34,55,89,144 とフィボナッチ数列に並ぶ場合が多い。この並びを真似たシミュレーション (以後 S 配置) による連なりらせん数も同じ数列が並ぶ。

図から連なりらせん数をなぞって数えることは誤りが多く, 小さな開度変化や点数が多くなった場合の計数には利用できない。そこで連なり数を確実に計数する方法が必要になる。前回 (2014) では黄金比を τ としたときの黄金角 $\phi_\tau = 2\pi(1-1/\tau)$ 付近での結果を報告した。

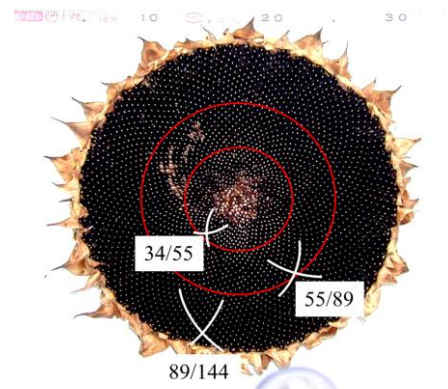


図 1 ヒマワリの種の連なりらせん

計数方法

方法はシミュレーションで得られた各点間の距離を以下のように離散フーリエ変換して求める。S 配置では円座標の $(r_0 + r, \theta) = (r_0 + n^{\wedge} p, n\phi)$ で決まる個数 n と開度 ϕ で決まる点数を対象にする。 $n=1000$ の場合, 対象個数は FFT を想定して 2 のべき乗にとる。外周部 256 点を選び, 各点を角度 θ について 2π 以下の余りを求めた $\text{MOD}(\theta, 2\pi)$ の角度順に並べる。点間の变化傾向を捉えるために各点について前後 4 点までの距離を測り, 求めた 8 数列について Mathematica を利用して一次元離散フーリエ変換を行う。パイナップル鱗片を真似た場合 (以後 P 配置) では高さを l として個数 n と開度 ϕ で決まる点座標を $(l, \theta) = (n^{\wedge} p, n\phi)$ を対象に S 配置同様に求める。

結果

Jean(2009)は定式化した関係から開度に依存する連なり数を表 1 のように求めているが, 点数が多くなった場合を確認しているわけではない。このフーリエ変換の方法を利用して計数した連なり数を図 2 に示す。点数が多くなった場合も含めて表 1 と同じ連なり数を計数した。また, P 配置や点数が 100000 点になっても直接的に計数できることを確認した。

検討とまとめ

シミュレーションからの各点間距離をフーリエ変換した結果による連なりらせん数は開度 ϕ によって大きく変化することを確認できる。開度が 0.1° でも変化すると連なり数は異なる数列が混在する。

図3はS配置での開度が ϕ_r , $n=100000$ の場合での周辺部4096点を対象にフーリエ変換した結果である。連なり数はフィボナッチ数列（最上部、赤）だけでなくルカ数列（中段、緑）やその他の数列（3段目、青）も含まれていることが確認できる。

表1 開度によって異なる連なり数列

	数列									開度
F:	<1	2	3	5	8	13	21	34	55...	137.51°
L:	<1	3	4	7	11	18	29	47	76...	99.50°
G:	<1	4	5	9	14	23	37	60	97...	77.96°
:	<1	5	6	11	17	28	45	73	118...	64.08°
	<1	6	7	13	20	33	53	86	139...	54.40°
	<1	7	8	15	23	38	61	99	160...	47.25°
	<2	5	7	12	19	31	50	81	131...	151.14°
	<2	7	9	16	25	41	66	107	173...	158.15°

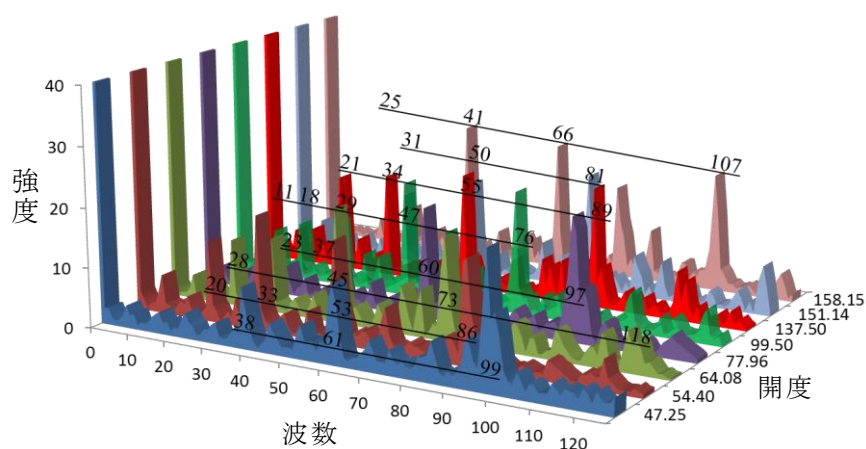


図2. 開度によって多様に変化する連なり数列

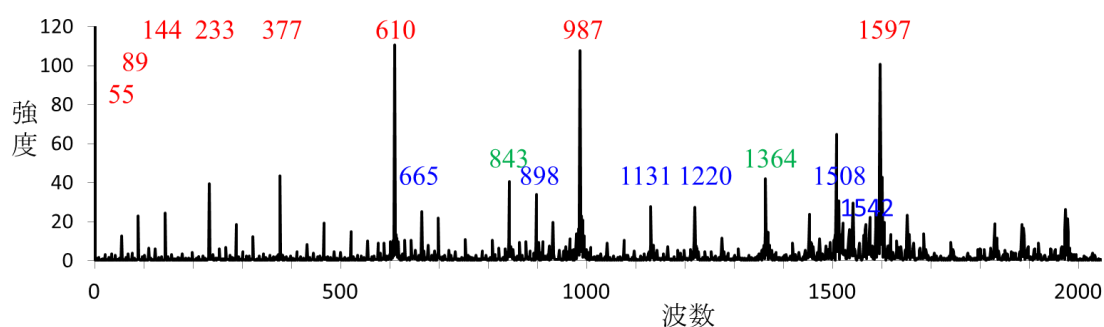


図3. S配置における開度 ϕ_r での点数100000点での連なり数

ヒマワリの種やパイナップルの鱗片を真似たシミュレーションの点において、点間距離のフーリエ変換利用で連なり数を計数した結果、開度に依存する連なり数としてのフィボナッチ数列やルカ数列その他の一般フィボナッチ数列を直接に確認できた。この結果から点分布の連なり数ほかを検討する場合にはこのフーリエ変換の方法が有用と考えられる。他の配置や条件の違いによる連なり数については当日報告する。

根岸ほか(2014): 形の科学会誌, Vol.29, No.2, p154.

Jean, Roger V. (2009): *Phyllotaxis*, Cambridge University Press.

画像セグメンテーション用アルゴリズム GrowCut の紹介

中島 善人

産業技術総合研究所 305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7

nakashima.yoshito@aist.go.jp

Introduction of GrowCut, an image segmentation algorithm

Yoshito Nakashima

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Central7, Higashi 1-1-1, Tsukuba Ibaraki 305-8567

Abstract: The ‘GrowCut’ is a simple but useful digital image segmentation algorithm using cellular automata. The brief description of the GrowCut technique and examples successfully applied to the segmentation of sand dykes induced by the earthquake liquefaction are presented.

Keywords: GrowCut algorithm, Image segmentation, Sand dyke

1. はじめに

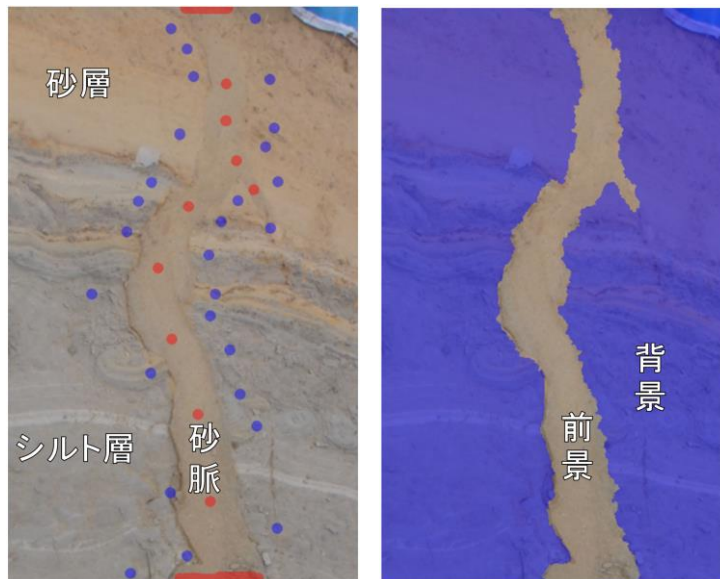
地震による液状化リスク[1]を評価するためには、液状化の痕跡である砂脈（液状化した砂が脈状に地盤を切り裂いたもの）の形状を正しく計測する必要がある。図1は、溝（トレンチ）を掘って地盤の断面を出して撮影した砂脈の画像の例であるが、砂脈と砂層の色が似ているので（ともに茶色）、肉眼による砂脈と砂層の識別（画像のセグメンテーション）は主観的になりやすい。比較的最近開発された GrowCut[2]は、主観をなるべく排除して半自動的に（対話形式で）画像セグメンテーションが可能になるアルゴリズムである。このアルゴリズムを適用すれば、砂脈の部分を客観的に背景から切り出すことができる[3,4]。GrowCut は、液状化研究以外にも形の科学全般に広い応用先をもちうる画像セグメンテーションアルゴリズムなので、ここで紹介したい。

2. GrowCut アルゴリズム

セグメンテーションとは、図1の場合、前景（砂脈）と背景（砂脈が貫通している砂層とシルト層）を識別することである。GrowCut では、まず人間が、「この部分は前景（あるいは背景）だ」と断言できる部位をシードとして指定する。人間の主観が混入するのはここまでで、以降は決定論的なセルオートマトンで、画像全体を前景と背景で塗り分けていく。その様子は、あたかも赤（前景）のバクテリアコロニーと青（背景）のバクテリアコロニーがシード画像から周囲に向けてどんどん成長して未帰属の領域に侵略していく様子にたとえられる。ある未帰属の画素が、赤（あるいは青）に塗り分けられるかは、(i)隣接している赤（あるいは青）の画素と RGB 値がどれだけ似ているか、(ii)その隣接している画素自体は赤（あるいは青）としてどれほどの信頼度を持っているか、の2点で定量的に判断する。(i)だけであれば、単に色の親近度で判断していることになり大津の方法のような従来法と変わりが無い。GrowCut は、(ii)の信頼度という量をセルオートマトンという形で取り入れた点がポイントである。

3. 液状化で生じた砂脈画像への適用

2011 年の東北地方太平洋沖地震で生じた砂脈の画像への適用例を図 1 にしめす。明らかに砂脈と断言できる部位は赤で、明らかに砂脈ではないと断言できる部位を青で、それぞれシードとして与え、セルオートマトンのルールでコロニーを増殖させて全面



面を覆い尽くした結果、期待通りに砂脈だけを前景として抽出できた。

図 1. トレンチ調査で得たはぎとり標本[5]の画像に対する GrowCut 処理. (左)オリジナルフルカラー画像. 前景と背景のシードをそれぞれ赤と青で指定した. 砂脈の幅は十数 cm. (右) GrowCut 結果. 背景を青色で塗ってある.

4. おわりに

パターン認識はいまだ発展途上の分野であり、熟練した人間と同等のセグメンテーション能力を持つ汎用アルゴリズムは開発されていない。難度の高い画像のセグメンテーションについては、将来完成が期待されている人工知能による機械学習が最終的な解決策をもたらしてくれるであろう。しかし、単純なアルゴリズムの GrowCut でも、満足すべき抽出作業ができることを例証できた。GrowCut はその単純なアルゴリズムのおかげで、MATLAB ならばわずか 50 行程度で書けるので[6]、プログラミングの心得のある研究者なら容易に自作できるであろう。また、セルオートマトンのルールを変更することで自分が直面している画像の特質にあった処理ができるので、応用性は広い。形の科学全般への普及を期待したい。

引用文献

- [1] 神宮司元治・中島善人 (2014) 利根川下流域液状化エリアにおける各種液状化ポテンシャル調査とその評価. 巨大地震による複合的地質災害に関する調査・研究報告書(地質調査総合センター速報 No. 66) 319-342
- [2] Vezhnevets, V., and Konouchine, V. (2005) GrowCut: Interactive multi-label ND image segmentation by cellular automata. Proc. Graphicon, 150-156.
- [3] 中島善人 (2017) 画像セグメンテーション用アルゴリズム GrowCut の解説：液状化画像を例題にして. 地学雑誌, (印刷中) .
- [4] Nakashima, Y. and Komatsubara, J. (2016) Seismically induced soft-sediment deformation structures revealed by X-ray computed tomography of boring cores. Tectonophysics, 683, 138-147.
- [5] 水野清秀 (2013) 液状化しやすい地質特性の解明—利根川下流域を対象とした産総研でのとりくみの紹介—. GSJ 地質ニュース, 2, 376-379.
- [6] 山崎俊彦 (2010) セグメンテーション: GrowCut. 映像情報メディア学会誌, 64, 833-838.

触覚学習用地球儀の開発と評価

手嶋吉法¹、細谷洋介¹、酒井一磨¹、中野司²、田中明子²、青松利明³、山澤建二⁴

¹千葉工業大学、²産業技術総合研究所、

³筑波大学附属視覚特別支援学校、⁴理化学研究所

Development and Evaluation of Three-Dimensional Models of Earth for Tactile Learning

Y. Teshima^{1*}, Y. Hosoya¹, K. Sakai¹, T. Nakano², A. Tanaka², T. Aomatsu³ and K. Yamazawa⁴

¹Chiba Institute of Technology, 2-17-1 Tsudanuma, Narashino, Chiba 275-0016, Japan

²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST),

³Special Needs Education School for the Visually Impaired, University of Tsukuba,

⁴Advanced Manufacturing Team, RIKEN Advanced Science Institute,

*yoshinori.teshima@it-chiba.ac.jp

Abstract. Three-Dimensional tactile models of Earth were constructed for the visually impaired. We utilized exact topography data obtained by planetary explorations. Therefore, 3D models of Earth by additive manufacturing possess exact shape of relief on their spherical surfaces. Several improvements were given to models to suit tactile learning. Experimental results showed that the Earth models developed in this study by additive manufacturing were useful for tactile learning of the globe of the visually impaired.

Keywords: tactile 3D model, additive manufacturing, topography data, visually impaired people, globe with exact relief

1. はじめに

視覚障害者および健常者は、触覚により物の形を知ることができる。それゆえ、効果的な模型を開発すれば、触覚学習に役立つ。健常者向けの地球儀は、球面上に起伏を持たず、海と陸地、さらに国ごとに異なる色で塗り分けられている。

視覚障害者の触覚学習用の地球儀が国内外でこれまでに幾つか開発され、商品化されている（紙面の都合上、個別の説明は割愛する）。それら触覚学習用地球儀は、それぞれの特徴を有しているが、いずれも精確な地形データを活用していない。

中野と田中は、太陽系の惑星（金星、地球、火星）および月の模型を表面に起伏を有する形で作製した[1]。それらの起伏は精確な地形データに基づいており、表面の着色は、標高値に対応したグラデーションとなっている（次頁のカラー模型）。

本研究では、視覚障害者の触覚学習の観点から、中野と田中が作製した地球儀に改良を施し、さらに、視覚障害者に実際に触ってもらい、その有用性を調査した[2]。

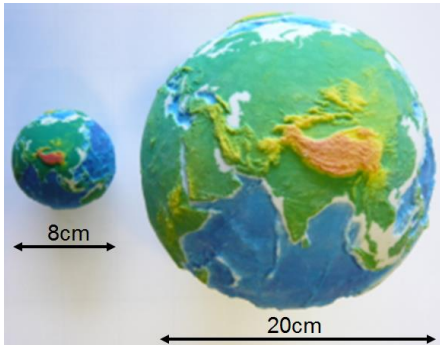
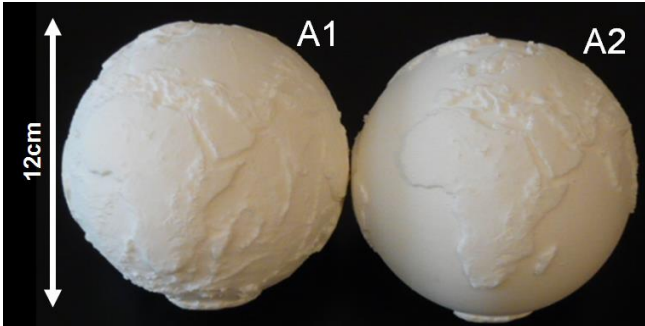
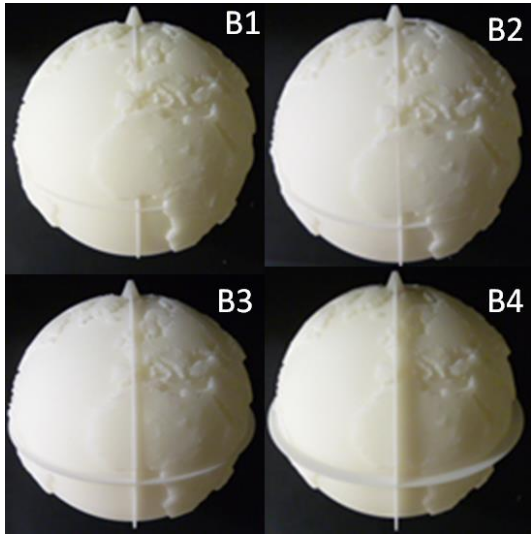
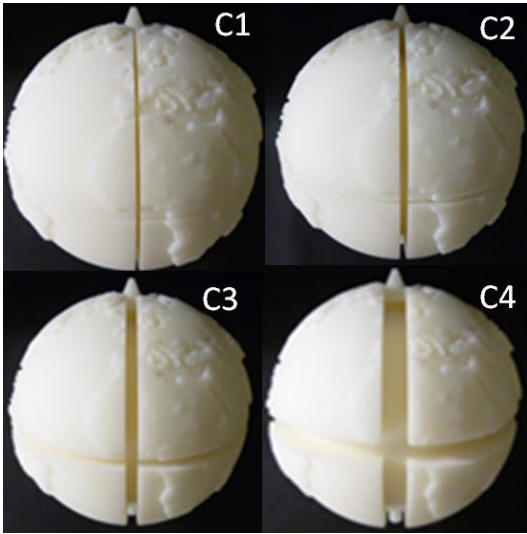
2. 触覚学習用の地球儀

図のカラーの模型および A1 は、改良前の模型である。これらは、精確な地形データを利用しているので、海底も起伏を持つ。A2 は海と陸を区別し、陸地の地形を学ぶ為の模型である。ここでは、海底の全地点の標高値を-3000m で置き換えることにより、海底を平坦

化している。さらに、両極と赤道と本初子午線の位置に突起を付与したものが B1～B4 である。赤道と本初子午線を溝で表現したものが C1～C4 である。

3. 理解度調査

上記 10 種類の地球儀を全盲の視覚障害者 8 名に触ってもらい、触覚学習の観点から各模型の評価をおこなった。視覚障害者は、六大陸の位置および日本の位置を触覚で探し当てた。

 改良前の模型：文献[1]	 A1 は、改良前の模型。A2 はデジタルデータ処理により、海底部分の突起を消した改良模型。
 A2 の模型をさらに改良した。 両極、赤道、本初子午線を突起で表現した。	 A2 の模型をさらに改良。両極を突起で表現。 赤道と本初子午線を溝で表現。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP18200049 の助成を受けて実施された。

参考文献

- [1] Nakano, T. and Tanaka, A., “Making Globes of the Planets”, 3rd Science Frontier Tsukuba, November 2004.
- [2] Teshima, Y. *et al.*, “Three-Dimensional Models of Earth for Tactile Learning”, *Lect. Notes. Comput. Sci.*, **9759**, (2016) 116–119.

あなたの研究を“カタチ”にしませんか！

形の科学会機関誌への投稿のススメ

この度は、形の科学シンポジウムにご参加いただきまして、誠にありがとうございました。

形の科学会の機関誌として、英文誌【FORMA】と和文誌【形の科学会誌】がございます。

<http://katachi-jp.com/gakkaishi>

あなたの投稿をお待ちしております。

英文誌【FORMA】

会員・非会員を問わず、投稿できます。

論文のカテゴリーは、(1) Original paper, (2) Review, (3) Letter, (4) Forum です。

投稿規定の詳細は、下記サイトの“Call for Papers to FORMA”をご覧ください。

<http://www.scipress.org/journals/forma/>

和文誌【形の科学会誌】

会員・非会員を問わず、投稿できます。

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ます。

投稿規定の詳細は、下記サイトをご覧ください。

<http://katachi-jp.com/paperkitei>

形の科学シンポジウムを開催しませんか？

シンポジウム代表世話人への立候補

近年、形の科学シンポジウムは、年に2回、開催されております（2000年度までは、3回ずつ開催されていました）。過去のシンポジウムの開催履歴は、以下のサイトでご覧いただけます。 <http://katachi-jp.com/symposium>

シンポジウムの代表世話人は、形の科学会会員の中から選ばれます。

代表世話人は、シンポジウムのメインテーマの設定や招待講演者の人選をほぼ自由におこなうことが出来ます。その他、そのシンポジウムならではの企画を立てていただくことも可能です（過去には、遠足や見学を含んだシンポジウムもありました）。

形の科学会は、会員数としては小規模な学会ですが、会員の皆様のご専門分野は非常に広い分野に広がっております。このような多様な会員を有する学会は他にはあまり無く、本学会の長所であると考えております。

シンポジウム開催の観点から言えば、代表世話人を適切に選ぶことにより、多様なシンポジウムを開催することが可能となります。過去のシンポジウムの代表世話人は、事務局からの依頼で決まることが多かったのですが、立候補も歓迎します。我こそはと思う方は、下記までご連絡ください。なお、立候補して頂いても、諸事情により、ご希望に沿えない場合もございますので、予めご了承ください。

【お問い合わせ先】

形の科学会事務局・シンポジウム開催支援担当

石原正三（埼玉県立大学）

shozo@spu.ac.jp

手嶋吉法（千葉工業大学）

yoshinori.teshima@it-chiba.ac.jp

形の科学会への入会のご案内

入会資格は、形の科学研究に興味を持っていることです。

入会案内の詳細は、右記サイトにあります。 <http://katachi-jp.com/nyukaiannai>

《インターネットでのご入会手続き》

右記サイトにて必要事項をご入力ください。 <http://katachi-jp.com/nyukaimoushikomi>

《E-mail でのご入会手続き》

必要事項（切り取り線で挟んだ部分）を記入し、形の科学会事務局宛にお送り下さい。

《郵送によるご入会手続き》

必要事項（切り取り線で挟んだ部分）を紙に記入し、形の科学会事務局宛にお送り下さい。

———— 切り取り線 ————

会員登録カード （記入日： 年 月 日）

氏名： 氏名フリガナ：

生年月日： 年 月 日

連絡先選択：勤務先・自宅・出張先（一つだけ残す）

勤務先名称：

勤務先郵便番号：〒

勤務先住所：

勤務先電話： 勤務先 FAX：

勤務先 Email：

自宅郵便番号：〒

自宅住所：

自宅電話： 自宅 FAX：

自宅 Email：

主要活動分野（20 字以内）：

形関連の興味（箇条書きで各 20 字以内）：

備考（出張宛先, etc.）：

———— 切り取り線 ————

【形の科学会事務局】

〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

東京学芸大学 自然科学系基礎自然科学講座理科教育分野

松浦 執 宛

E-mail：shum00@u-gakugei.ac.jp （00 は数字のゼロゼロ）