

目 次

【講座】

仮想化人体論 2

鳥脇純一郎 1

【交流】

渦輪の折り紙

須藤賢治 11

【シンポジウム予稿】

第75回 形の科学シンポジウム

「ジオパークと形の科学」 12

【会告】

第74回 形の科学シンポジウム

「機械・乗物の形 ―過去・現在・未来―」討論記録 90

会告 96

事務局からのニュースメール 98

形の科学会誌の原稿募集 100

『形の科学会誌』論文投稿の案内 101

形の科学会入会案内 103

講座 仮想化人体論 2

13.5.10

名古屋大学名誉教授

鳥脇純一郎

4 仮想化された人体の構造化

4 仮想化された人体の構造化

ここで構造化とは、仮想化人体を含む3次元デジタル画像（3D画像）のどの部分が何を表すか、を定めることである。実はこれは筆者の勝手な造語である。仮想化された人体は数値の集まりであるから、単純にそれを見ただけではどこが何であるかは全く分からない。これを（当然、対象は人体であるから）、どこがどの臓器にあたるか、あるいは、病変部があればどこか、を定めなければ（あるいはそれがわからなければ）VHBを利用する処理は何もできない（図2-1）。それは、画像認識で言う3D濃淡画像のセグメンテーション（segmentation）である。一口に言えばそれは3D画像中に存在する線や、面や塊状図形を検出し、名前を定めることである。

<図 講座2の1 構造化の例 画像提供 中京大 目加田慶人教授>

講座の流れからすれば、ここでは3D画像処理の基礎を説明しなくてはならない。その前提として2次元デジタル画像処理の基本は理解していることが要求される。それはさしあたり無理なので、文献として[鳥脇10]、[鳥脇88]、[Toriwaki09]をあげることでお許し頂きたい。2次元画像処理に関しては[鳥脇88]に詳しく書いたが些か時代遅れと言われるかも知れない。[鳥脇10]は3次元画像処理を解説するためのものであるが、2次元画像処理に関しても最小限のことは書いてある。

この構造化と言う処理は極力自動的にできることが望ましい。そうでないと膨大なデータ量に対する処理は大きな労力を要するため、結局は仮想化人体のユーザである医師からは敬遠されることになりがちである。しかし、一方では完全な自動化は本質的に難しい面もある。というのは、例えば病変部の決定は医師でなければできないからである。一方対話的に実行するためには3次元不透明物体の内部も含めて人が視覚的に認識することが難しいことが問題になる。

3D画像処理のアルゴリズムの基本的な部分は筆者が名古屋大学時代（主に1980年代）に研究室全体で取り組んだ問題であり、入門から専門レベルまで前記3冊の書物[鳥脇02, 10, Toriwaki 09]にまとめてある。とりわけ、デジタル幾何学は3次元の独自性が色濃く現れて難しい点が多い。

自動的な構造化を難しくする大きな理由の一つは臓器形状を記述する理論的な方法、すなわち臓器形状の理論モデルが確立されていないことである。実際、どんなかたちのものを見つけないか予め言えないような状況で何らかの形状を画像中から見つけない、と言うことは論理的に無理であると言われてもこたえようがない。しかも要求される精度は意外に

厳しい。例えば全体で10cmの臓器内に5mm程度のがんがあれば命取りであることも大いに有り得る。もちろん高次のスプラインであったり、モーフィングであったりと高度な数理的手法も現在ではいくつも提案されている。しかしそれらの多くは複雑さの割に限界が大きい。この分野には形の科学の面白いテーマはいくらでもある。会員諸氏の画期的な成果を期待したい。なお、[岩田 12]において臓器形状の項でも簡単に触れた。

2D画像処理の知識がある程度ある読者のために、2D画像処理のアルゴリズムを3次元濃淡画像処理に拡張する際の難易度を、以下のようにまとめておく。

難易度1：本質的に画像の次元数に関係しない処理。

例：濃淡値の統計的集計とヒストグラム処理。画像全体の濃淡値の定数倍、など[鳥脇 88]で言う点演算。階調処理など。

難易度2：手数は複雑になるかも知れないが拡張法は殆ど自明なもの。例えばn次元画像に対する一般形の表現が与えられるようなもの。

例：画像のフーリエ変換。

難易度3：概念的には拡張は可能に見えるが、具体化は非常に複雑になるもの。

例：ラプラシアン、などのマスク処理、各種の差分処理、[鳥脇 88]で言う近傍処理、ラベリング など、

難易度4：2次元までにはなかった現象が生じるため、新しい理論、方法、考え方が必要になるもの。この意味では2次元の拡張という考え方では扱えない。

例：距離変換、細線化および薄面化などの図形の位相を保存する処理。

構造化は一般的な医学の基礎知識としての解剖図を、個別の事例としての仮想化人体（具体的な個別の人体に対応する）の上に写像することとみなすことができる。実際、例えば実人体の写真（あるいはCT画像）のみを提示されたとしてもどの臓器がどこにあるかを正確に定めることは、医師にとってさえ簡単ではないであろう [アッカーマン 07]。

<図2-2 構造化されていないCT画像の例 このままでは医学系の専門家でもすぐにどこが何に対応するかはわからないかもしれない。>

筆者らが気管支枝名や血管の種別を自動的に生成することを試みた諸研究の意義の一つはここにある [目加田 05、森 06d]。また、それ故に現在でも手書き解剖図の存在意義も決して少なくないのである。解剖図はかたちとその記述の観点からも色々の考察に値する。実際、[養老 89、94 リフキン 07] などには面白い考察が見られる。解剖図については後にもう少し詳しく述べたい。

参考文献（先頭著者のアイウエオ順および印刷公表の年月順。）

[アッカーマン 07] M. J. アッカーマン：デジタル時代の解剖図、in [リフキン 07]、pp.315-320 (2007)

- [石田 12]、石田隆行、桂川茂、藤田広志彦監修：医用画像ハンドブック、オーム社、2012
- [岩田 12] 岩田修一総監修、河口洋一郎図案監修、かたち創造の百科事典編集委員会編集（編集委員 宮崎興二、川口健一、高木隆司、鳥脇純一郎、日置尋一、古谷寛、本多久夫、三谷純、三田村峻右、横山弥生）：かたち創造の百科事典、丸善出版、2012. 10
- [鳥脇 97] 鳥脇純一郎：新しい医用画像環境 仮想化された人体と映像メディア処理の時代へ、新医療、24, 4, pp.40-45 (1997 年 4 月号) (1997.4)
- [鳥脇 09] 鳥脇純一郎：講義『仮想化人体論』 その発想と展開、IA S A I News(中京大学人工知能高等研究所 ニュース No.25), pp.26-36 (2009.12)
- [鳥脇 11] 鳥脇純一郎：生命システム工学部の経験、生体医工学、49、2、pp.326-327(2011) (生体医工学会 50 周年記念特集号)
- [鳥脇 97] 鳥脇純一郎：新しい医用画像環境 仮想化された人体と映像メディア処理の時代へ、新医療、24, 4, pp.40-45 (1997 年 4 月号) (1997.4)
- [鳥脇 09] 鳥脇純一郎：講義『仮想化人体論』 その発想と展開、IA S A I News(中京大学人工知能高等研究所 ニュース No.25), pp.26-36 (2009.12)
- [鳥脇 11] 鳥脇純一郎：生命システム工学部の経験、生体医工学、49、2、pp.326-327(2011) (生体医工学会 50 周年記念特集号)
- [鳥脇 10] 鳥脇純一郎監修、村上伸一著：3 次元画像処理入門、東京電機大学出版局、2010
- [鳥脇 88] 画像理解のためのデジタル画像処理〔1〕〔2〕 昭晃堂、1988
- [鳥脇 02] 鳥脇純一郎：3 次元デジタル画像処理 昭晃堂、2002.7.5
- [目加田 05] 目加田慶人、田中友彰、村瀬洋、長谷川純一、鳥脇純一郎、尾辻秀章：血管と気管支の空間的配置特徴に基づく胸部 X 線 CT 像からの肺動脈・肺静脈自動分類、電子情報通信学会論文誌、J88-D-II,8, pp.1412-1420, 2005.8
- [森 06d] 森健策：仮想化人体と医用画像診断支援—ナビゲーション型診断支援システム、電子情報通信学会誌、89, 10, pp.884-888 (2006/10)
- [養老 89] 養老猛司：唯脳論、青土社、1989
- [養老 94] 養老猛司、布施英利：解剖の時間 瞬間と永遠の描画史、哲学書房、1994
- [リフキン 07] B.A.リフキン、M. J. アッカーマン、K.フォルケンバーク著、松井貴子訳：人体解剖図、二見書房、2007

- [Mori11] K. Mori, Y. Nimura, Y. Suenaga, T. Kitasaka, Y. Mwkada, J. Hasegawa, S. Nawano, Y. Ito and M. Fujiwara: Fusional-Aid for Diagnosis and surgery-based computatinal anatopmy, :Progress oveview FY2010, pp. 101-110, Prpceedings of the Second Symposium on the Prpject "Computational Anatomy, 2011. 3. 6, 7(2011)
- [Toriwaki09] Junichito Toriwaki and Hiroyuki Yoshida: Fundamentals of Three-dimensional Image Processing, Springer-Verlag, 2009.5

講座 仮想化人体論 1 において筆者の連絡不手際のため図が抜けていました。以下に講座その 1 の図を一括して入れます。図番号は単純に通し番号です。

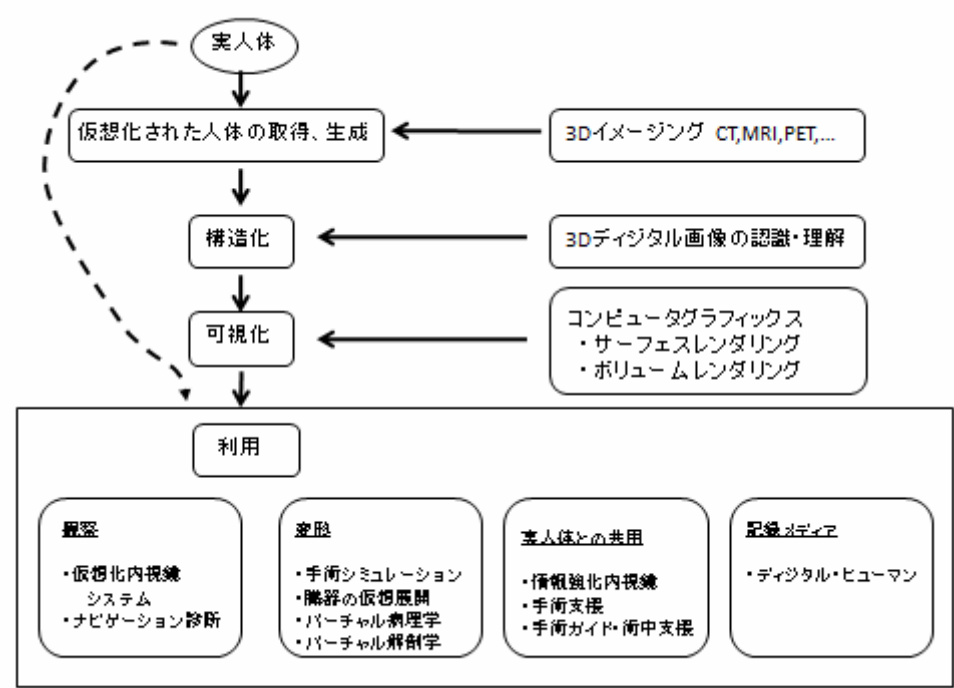


図 1 仮想化人体論の構成

主な医用画像の例

(対象)	(観測手段)	(画像 - 種類, 解像度, 等)	(適用対象の例)	(情報の種類)
人体表面	視察	一般視診	一般検診, 外傷, 皮膚	形態
	可視投影光	モアレ像	脊椎, 体型, 形成外科	形態
	赤外線	サーモグラム	乳房, 血行, 神経系	機能
	電磁界	体表面電位図, 心・脳磁図	心臓, 脳	機能, 形態
人体内部	視察	内視鏡, 眼底写真	気管支, 胃, 大腸, 眼底	形態
	X線	直接/間接/DR(静止透過像) テレビ/シネアンジオグラフィ/ DSA(動画透過像) CT(断面像, 3次元像) シンチグラム(静止画, 動画)	ほぼ全器官, 部位	形態, 機能
	RI(γ 線/ 陽電子線)	PET/SPECT(断面, 3次元像)	心, 肝, 脳, 等	形態, 機能
	超音波	エコー像 (A,B,Mモード, 断面, ドップラー; 2,3次元静止画, 動画)	乳房, 心, 腹部, 他	形態, 機能, 組成
	NMR	MRI(断面, 3,4次元動画) アンジオグラフィ(3次元, 動画)	心, 脳, 骨, その他	形態, 組成
組織標本	可視光 電子線	光学顕微鏡像(2,3次元静止画) 電子顕微鏡像(2,3次元静止画)	細胞診, 染色体, 血球, 病理組織標本, 等	形態 形態
微細構造	可視光 X線	分子画像(顕微鏡像) マイクロCT	細胞(種類, 動き, 遺伝子) 組織の標本	組成, 形態 形態

図2 現在使用されている主な医用画像の例

この中で現在の仮想化人体の生成に使われるのは主に X 線 CT と NMR である。

医用画像を支配する要因とその発展

1. 視点：人体外部(表面) → 外部(透視/投影) → 内部
2. 意義：可視化(+記録) → 可視化+計測(+記録)
3. データの次元：2次元 → 3次元 → 4次元
4. エネルギー源：人体外部 → 人体内部 → 任意(仮想化)
5. 処理方式：アナログ → デジタル
6. モデル：実人体(個別患者) → 仮想化人体 → 仮想化人体+実人体
7. 仮(V)・実(R)：標本(実物体)(R)，仮想化された人体(V)，
被験者人体(R)，実人体+仮想化された人体(V+R)
(注：V = virtual world, R = real world)
8. スケール：分子レベル以下 → 細胞レベル
→ 組織レベル → 器官レベル → 人体レベル

図3 医用画像の特徴を定める要因 詳細は本文参照。

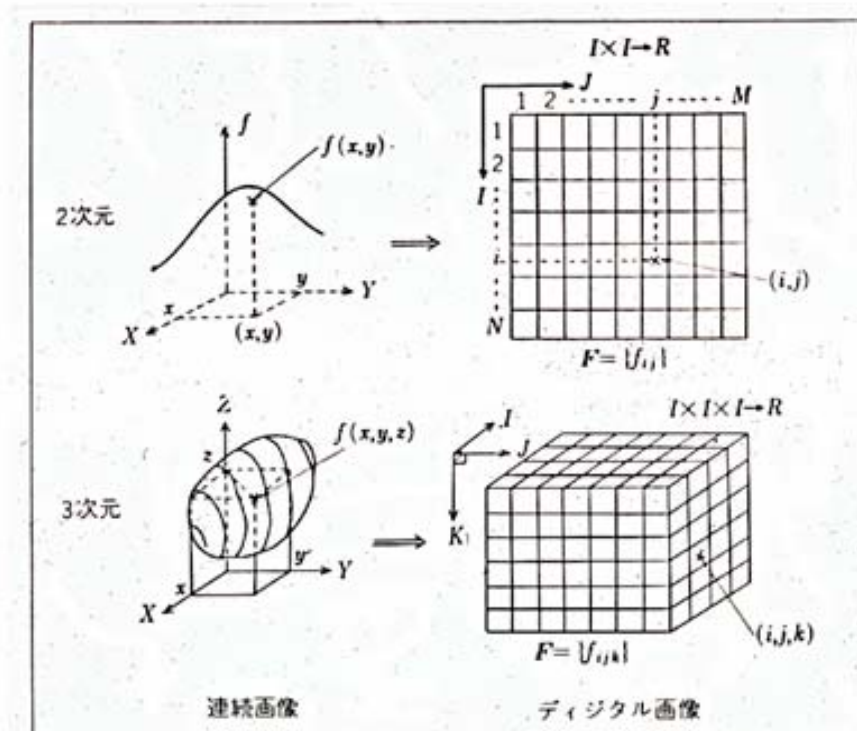


図4 デジタル画像 2次元画像と3次元画像の場合

現在のデジタル画像処理の書物には必ず書かれている事柄である。

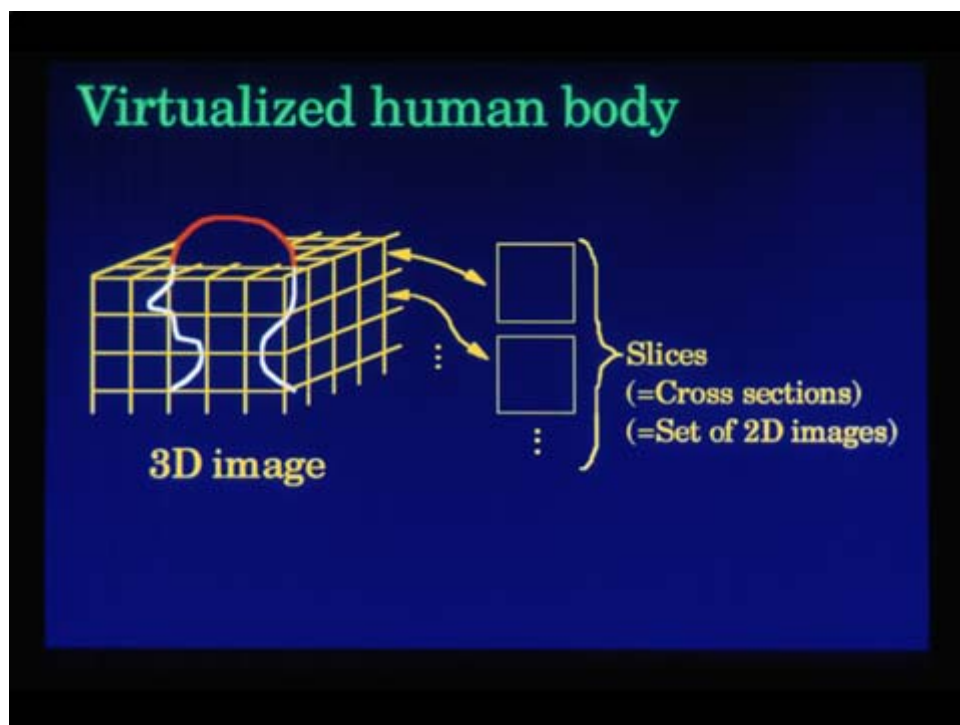


図5 3次元デジタル画像

実質的に図3と同じであるが、仮想化人体を想定しやすい形に書いてみた。中央の3D imageの部分がコンピュータのメモリ上にある。各小立方体の内容(数値)を読み出し、変更できる。例えば[鳥脇10]参照。

ここから講座 2で用いる図に入る。図番号は図2-1のように付ける、

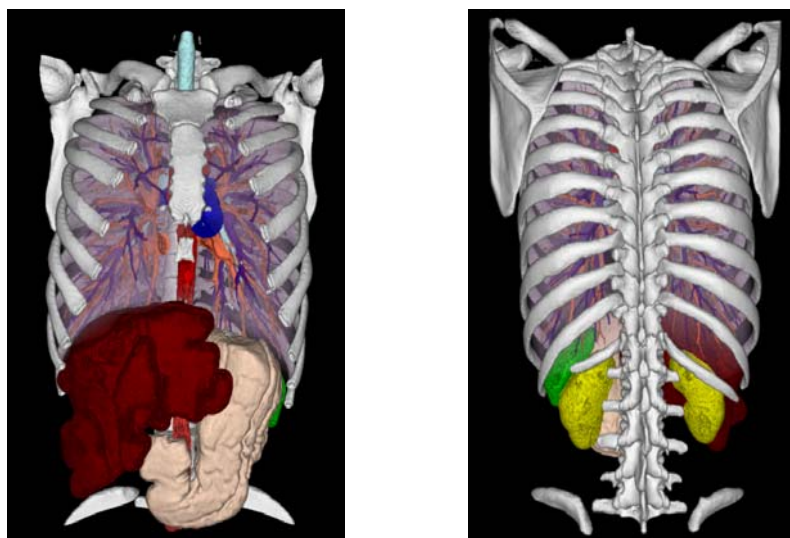


図 2-1 構造化された VHB の例 (中京大学目加田慶人教授による)

基は次の図 2-2 のような 3 次元濃淡画像から作る。もちろんこの図も 3 次元画像である。色や濃淡は見易さのために適当に付けた。このことについては次章で述べる。

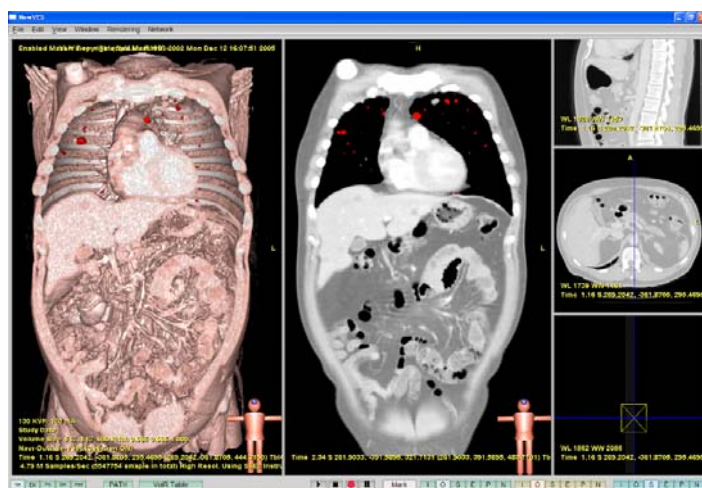


図 名古屋大学 森健策 提供

図 2-2 構造化されていない VHB の例。

このような図を説明なしに見せられてもどこがどの臓器に対応するかは高度な専門知識を持ったものでないと直ぐには分からない。ましてや実際には断面

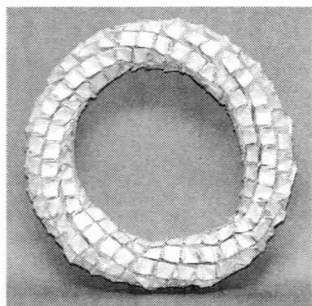
図の 2 次元画像を数十枚みただけでは内容の理解は一層難しい。

渦輪の折り紙

須藤 賢治

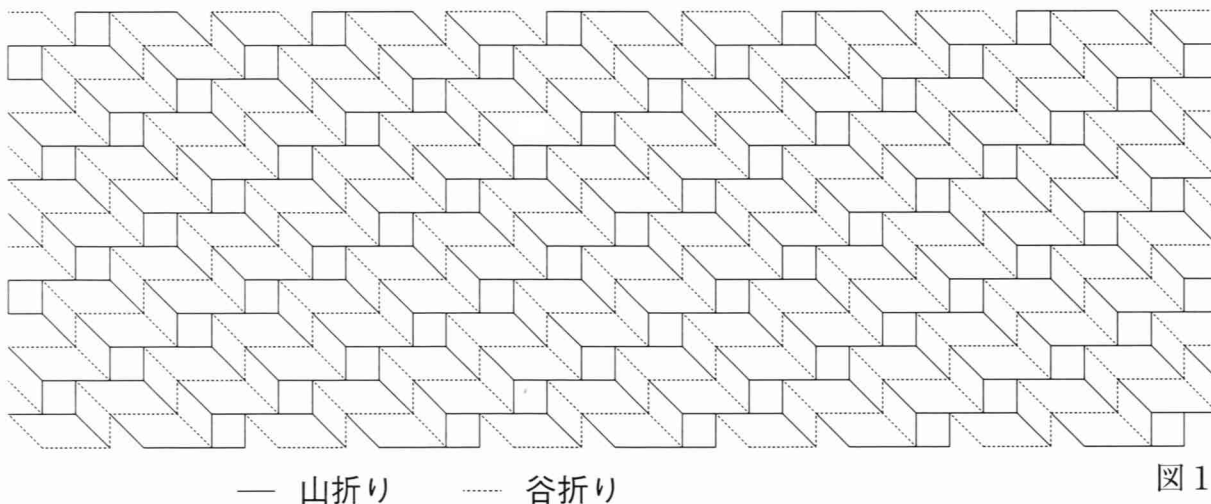
〒323-0032 栃木県小山市天神町 2-13-17

Vortex ring origami

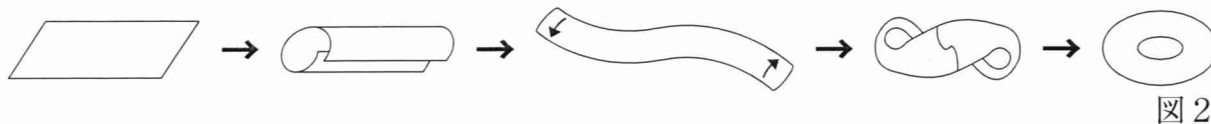


渦輪の折り紙の作り方
(方眼紙 両面テープを使用する)

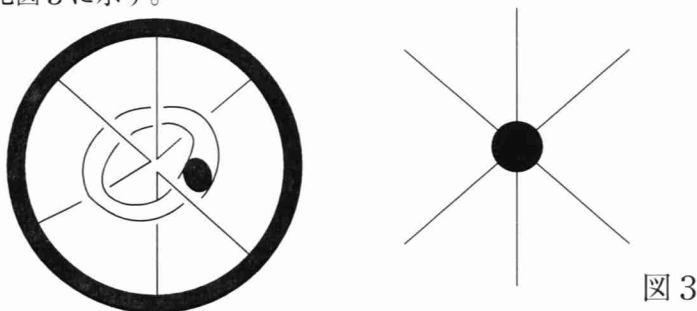
1. 下記図1のパターンを長方形の紙に敷きつめる。次に山折り谷折りをくり返し平行四辺形にする。



2. そして、下記図2のように平行四辺形の紙を上下一段ずらし重ね合わせ円筒形にし、それから円筒形の紙をひねり、つなぎ合わせて完成させる。



3. 終わりに、私の渦輪に対する心象を下記図3に示す。



【参考文献】

著者 根上生也 1993年発行 トポロジカル宇宙 日本評論社

第 75 回 形の科学シンポジウム 「ジオパークと形の科学」

【主催】形の科学会

【共催】糸魚川市・糸魚川市教育委員会・新潟大学コアステーション「形の科学研究センター」

【後援】日本ジオパークネットワーク、新潟大学、糸魚川ジオパーク協議会

【会期】2013 年 6 月 21 日（金）～23 日（日）

【会場】フォッサマグナミュージアム

【代表世話人】茨木洋介 〒941-0056 新潟県糸魚川市一ノ宮 1313 フォッサマグナミュージアム

Tel: 025-553-1880 Fax: 0250553-1881 E-mail: yousuke.ibaraki@city.itoigawa.niigata.jp

【世話人】松岡 篤 〒950-2181 新潟市西区五十嵐 2 の町 8050 新潟大学理学部地質科学科

Tel/Fax 025-262-6376 E-mail: matsuoka@geo.sc.niigata-u.ac.jp

【参加費】会員・非会員とも一般 3000 円， 学生 1000 円

【懇親会】2013 年 6 月 22 日（土）18：00～ ヒスイ王国館（糸魚川駅となり）2 階

【懇親会費】一般 5,000 円， 学生 3,000 円

【遠足】2013 年 6 月 23 日（日）フォッサマグナパーク， 小滝川ヒスイ峡

【遠足参加費】2,000 円

プログラム

(12:15-13:20 昼休み、受付)

6 月 21 日（金）

形の科学一般

11:30-11:35 開会の辞

13:20-13:40 「ミリンダ王の問い」におけ 4
証明

形の科学一般

山口喜博（帝京平成大学）

11:15-11:35 整齐書字時の筆記イメージ作成
プロセス

沓名健一郎（静岡大学教育学部）

13:40-14:00 介在機会モデルに基づく 1 次元
空間の施設配置分析

栗田治（慶應義塾大学理工学部）

11:35-11:55 Limit Genome Distance
revealed by dissecting a leaf of *Arabidopsis*
thaliana

Deepti Diwan, Tongmyong Kawa, Miho
Suzuki, Naoto Nemoto, Takuyo Aita, and
Koichi Nishigaki（埼玉大学大学院理工学研究
科）

14:00-14:20 通勤電車内の Packing

流田智史，竹田（流田）仁美，辻田均，西尾祥
邦，山崎宗計，田中浩平（橋本市民病院 病理
診断科）

11:55-12:15 3D レーザー顕微鏡でみる青色
羽枝の微細構造

小作明則，宮本潔（獨協医科大学医学総合研
究所）

14:20-14:40 伝送線路による理想 Cantor 媒
質の電磁波伝播特性の実現性

小幡常啓¹，海野啓明²，園田潤²，小城淳一³
(¹石川県鹿島郡中能登町，²仙台高等専門学校，
³群馬工業高等専門学校)

(14:40-14:50 休憩)

形の科学一般

14:50-15:10 リンゴの皮むきと正多面体の展開図について II

海野啓明, 千葉春樹, 荒井ひかる (仙台大専
広瀬キャンパス)

15:10-15:30 ハクサイの開度と連なりらせん
構成点の一様性

根岸利一郎¹, 関口久美子¹, 高畑一夫¹, 山
田英彦² (¹埼玉工業大学, ²明海大学)

15:30-15:50 マイクロ CT で見たタマムシ
の羽の3次元構造

岸本直子 (摂南大学)

15:50-16:10 球形放散虫の3次元データから
殻孔数を自動判別する試み

吉野隆¹, 岸本直子², 石田直人³, 松岡篤³,
栗原敏之³, 木元克典⁴ (¹東洋大学理工学部,
²摂南大学, ³新潟大学, ⁴JAMSTEC)

(16:10-16:20 休憩)

形と知/形の科学一般

16:20-16:40 学校教室でのプロジェクション
マッピングの活用

松浦執, 三上哲史, 嶋原拓実, 湯本愛未 (東
京学芸大学基礎自然科学講座)

16:40-17:00 科学体験を基にしたデザイン教
育体系の構築

高木隆司¹, 大内克哉², 水野慎士³ (¹神戸芸
術工科大学, ²神戸芸術工科大学, ³愛知工業大
学情報科学部)

17:00-17:20 筆を持たない芸術家 岡倉天心
の原点——横浜時代の英学・漢学修業

杉本剛 (神奈川大学)

17:20-18:00 肝臓の立体構造の複雑さを推
測できる2次元指標

清水英男 (湘南厚木病院・病理診断科)

6月22日(土)

形と知

8:40-8:55 立体映像視聴時における重心動揺
の数値解析

吉川一輝¹, 木下史也², 高田宗樹², 宮尾克¹
(¹名古屋大学大学院情報科学研究科情報シス
テム学専攻, ²福井大学大学院工学研究科知能
システム工学専攻)

8:55-9:10 蟻型群ロボットの目的地探索実験
におけるローカル通信の可能性

高井裕紀, 原翔太, 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)

9:10-9:25 ZigBee を搭載した群ロボットを
用いた目標探索における集中管理型制御と自
律分散型制御の比較

増田善紀, 高田宗樹, 平田隆幸 (福井大学大
学院工学研究科知能システム工学専攻)

9:25-9:40 群ロボットによるランダムウォー
クとカオスを使ったターゲット発見実験にお
けるアルゴリズムの比較

原翔太, 高井裕紀, 高田宗樹, 平田隆幸 (福
井大学大学院工学研究科知能システム工学専
攻)

9:40-9:55 Kinect センサによる剣道支援システムの構築 - 面打ち、小手打ち、胴打ちパターンの認識 -

後藤淳, 高田宗樹, 平田隆幸 (福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻)

9:55-10:10 アルコール摂取時における座位姿勢動揺パターン

福井優太, 谷口慎一, 平田隆幸, 高田宗樹 (福井大学大学院工学科知能システム工学専攻)

(10:10-10:20 休憩)

形の科学一般/ジオパークと形の科学

10:20-10:35 制約付きドロネー三角形分割を用いた平面凸物体の形状認識

阿部真之, 東海林健二, 森博志, 外山史 (宇都宮大学)

10:35-10:55 MRI を用いた脳発達の研究

福井義浩¹, 坂田ひろみ², 澤田和彦³ (1 徳島大学・大学院 HBS 研究部・機能解剖学, ² 徳島大学・大学院 HBS 研究部・機能解剖学, ³ つくば国際大学・医療保健学部)

10:55-11:15 トーラス結び目を用いた空間配置について

森田克己 (札幌大谷大学芸術学部)

11:15-11:35 立体映像刺激による映像酔いの影響評価

松浦康之¹, 高田宗樹² (1 福井大学博士人材キャリア開発支援センター, ² 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻)

11:35-11:55 コンニャク石の微細構造を適用した連結ブロックについて

金築裕, 倉橋輝夫 (島根県立東部高等技術

校)

展示

11:55-12:00 アンモナイトと底生有孔虫の殻形態の比較

植原和樹¹, 松岡篤² (1 新潟大学大学院自然科学研究科, ² 新潟大学理学部)

12:00-12:05 3D イメージング技術によるプランクトン殻の微細構造

石田直人¹, 岸本直子², 松岡篤¹, 木元克典³, 栗原敏之¹, 吉野隆⁴ (1 新潟大学, ² 摂南大学, ³ 海洋研究開発機構, ⁴ 東洋大学)

12:05-12:10 “かわせみ” による糸魚川における地域振興活動の概略と展望

池田有希, 北川真帆, 近成彦, 齋藤隼人, 眞保咲, 野村隼大, 宮越光穂, 吉岡万穂 (新潟大学ダブルホーム “かわせみ”)

12:10-12:15 富山県東部地域におけるジオパークの在り方ー大地と活動の形ー

丹保俊哉 (黒部・立山ジオパーク研究会)

12:15-12:20 簡単・安価にできる「ずぼんぼ」

工藤清 (手づくりおもちゃの科学館)

探求！アンモナイト ～未知なる芸術・縫合線を探る～

白井総真 (新潟市立中野小屋中学校)

佐渡島沢根層の珪藻個体の計数

坂本 悠莉 (新潟第一中学校)

糸魚川ジオパーク認知度アンケートから見える糸魚川のイメージ

大河内春香, 松岡篤 (新潟大学理学部)

(12:20-13:30 昼休み)
(運営委員会 フォッサマグナミュージアム
体験学習室)

招待講演 (公開普及講演)

13:30-14:30 勾玉とは何か～その起源と形の
変化～
藤田富士夫(元富山市教育委員会埋蔵文化財
センター所長)

(14:30-14:40 休憩)

招待講演 (公開普及講演)

14:40-15:40 地質が決める地形と生物の分布
小泉武栄(東京学芸大学／日本ジオパーク委
員会委員)

(15:40-15:50 休憩)

15:50-16:50 総会および学会賞授与式

(16:50-17:00 移動の準備)

(17:00-17:15 バスで移動、須沢海岸へ)

17:15-17:45 小遠足 須沢海岸

(17:45-18:00 バスで移動、ヒスイ王国館へ)

18:00-20:00 懇親会 (ヒスイ王国館 2 階)

(20:15 ホテルホワイトクリフ行きバス、出
発)

6 月 23 日 (日)

ジオパークと形の科学 (公開普及講演)

8:40-9:00 ジオパーク普及のための“形”の
活用 - 見立ての効用
松岡篤 (新潟大学)

9:00-9:20 佐渡のジオパーク～これまでの歩
み～
市橋弥生 (佐渡ジオパーク推進協議会)

特別講演 (公開普及講演)

9:20-10:10 糸魚川世界ジオパークとジオツ
ーリズム
竹之内耕 (フォッサマグナミュージアム)

(10:20-10:35 バスで移動、フォッサマグナ
パークへ)

10:35-11:40 フォッサマグナパーク見学

(11:40-12:10 バスで移動、小滝、高浪の池
へ)

12:10-13:30 昼食、高浪の池周辺の散策

(13:30-13:45 バスで移動、小滝川ヒスイ峡、
学習護岸へ)

13:45-14:25 小滝川ヒスイ峡、学習護岸見学

(14:25-14:50 バスで移動、明星山展望台へ)

14:50-15:10 明星山展望台、見学

(15:10-15:50 バスで移動、糸魚川駅へ)

15:50 糸魚川駅着、散会

整齊書字時の筆記イメージ作成プロセス

杓名健一郎

福井大学大学院工学研究科, 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

kutsuna@u-fukui.ac.jp

The Image Creation Process of the Form of a Character when Writing a Well-Regulated Character

Kenichiro KUTSUNA

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

Keywords: Chinese character, education, potential field

はじめに

文字の形の整齊さ（整いそうこと）や美しさについては、多くの学問領域で研究されてきた。書道の理論の世界では後漢（B.C.25-200）書論が始まり（中田勇次郎 1977）、現代の書論においても、鑑賞の視点から技術へと結びつけていくことを中心とし（木村ト堂 1971）、科学的な視点は嫌気され感覚的な分析にとどまる。デザインでは、現在レイアウトや文字構造等について、多くのマニュアル本は存在するが、主にデザイナーの経験的な主観の蓄積による。現在は特にユニバーサルデザインの分野が発達し、認知科学や家政学等の分野で可読性、判読性等の方面から科学的に研究が進められている（石原久代 1999）。西洋では筆跡学（graphology）が発達したが、これはその書者の性格や心理状態、思想の分析を理論的に解明する学問であり、日本では性格判断の一つとして見られているが、文字の形と情緒には関連性があるとして現在も研究は進んでいる（槇田他 1981）。

認知科学の分野では、視覚に認知される図形情報の感覚的広がりについては、これまで視覚ポテンシャル場・視覚誘導場（横瀬 1986）（図 1）により規定されてきた。書道的な文字については平形（1990）：（図 2）が、書における 2 種類の文字の場と余白の広がりである「字座」（広がり場）を提示し、そこに視覚誘導場が有効であることを示したが、「文字の構造を整えて書く」認知機構について研究は進んでいない。

2. 書字における整齊な構造認知

現在の小中学校の現場でとても問題になっているのは、文字を整えて書くことができない発達障害・学習障害の一つ「書字障害」である。怠惰や集中力欠如から起きると誤解されることが多い（杉崎・杓名 2010）。発達障害のため加齢に伴い改善することが期待され、早く学習障害と確認できれば、学習方法により早期に改善する可能性を持つが、親族がそれを障害と認めず、進学等に影響を与えることもある。学習障害は、クラスの 1 割の児童生徒に及んでいると推計されており（文科省 2012）、小中学校の現場では、隠れた書字障害の児童生徒をも包含した新しい書写学習の指導方法、日常書字の指導法が強く求められている。

以上を踏まえ、生活に密接に関わり、生きていく上で必須の文字を、どんな障害を持っていても、持つ

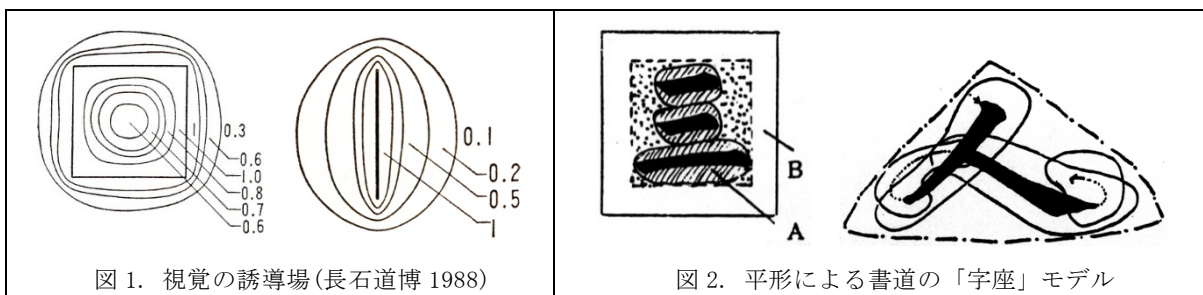


図 1. 視覚の誘導場(長石道博 1988)

図 2. 平形による書道の「字座」モデル

ていなくても、天賦の才能や精神論に委ねることなく、人間の本质や根源的な知、つまり脳に直接学習効果をたたきつけるような、文字の学習方法、認知効果の高い文字の提案、あるいは字形のとらえ方の効率的な方法を研究する必要がある。

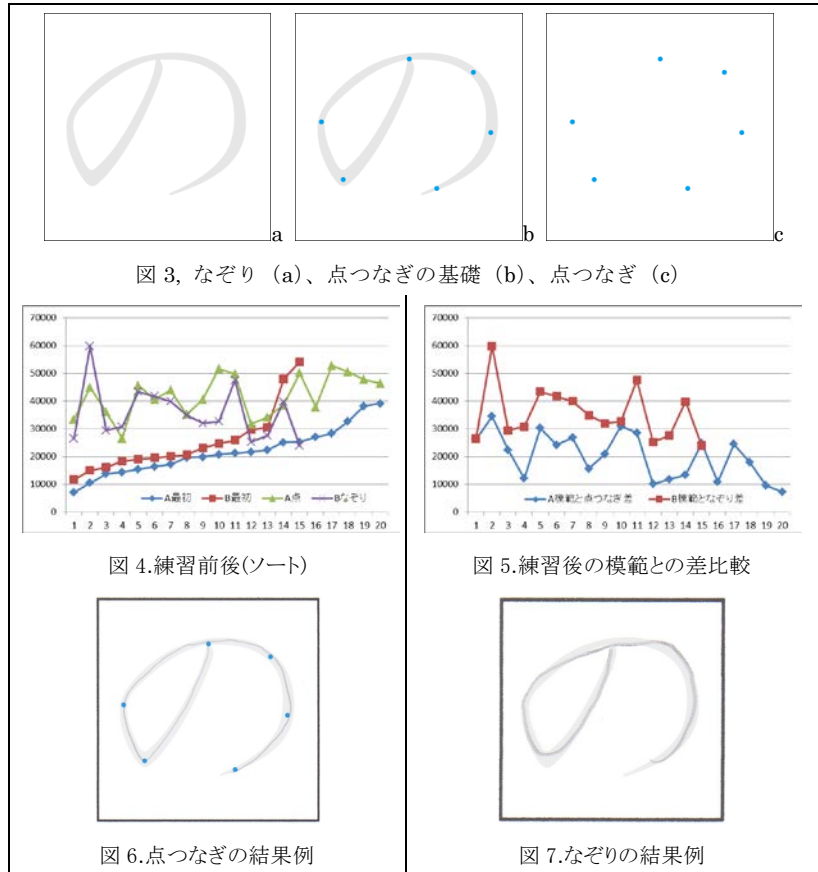
これまで文字の練習効果の高い方法として、「なぞり」(図 3a)が存在していた。書字障害の児童生徒にもなぞりを用いて、集中を高めて、学習効果を上げる試みも広く行われている。点つなぎ(図 3bc)も同様に効果が高いとされている。沓名は、点つなぎに一画ごとに色分けを導入したところ、書字障害の児童はもとより、字形の癖がとれず、正しい字形が書けない大学生など、幅広い年齢層と対象の者が、字形の構造をとることの出来る方法であることが、実験から明らかとなった。今回は、まず「なぞり」(図 3a)と「点つなぎ」(図 3bc)の差を実験によって明らかにした。被験者は静岡の大学生男女 35 人である。

3, 点つなぎとなぞりによる、字形認知の差

文字の形をつかみにくい一筆書きの文字として、本実験ではひらがなの「の」を選んだ。最初に何も見ないで枠(3×3cm)中に1回書字させる、続いてAグループは「点つなぎ」、Bグループは「なぞり」の練習をそれぞれ10回行い、最後に枠に1度書かせる。点つなぎのみ、最初の5回は「なぞり」線を入れ、最後の5回は点のみを辿って練習する。「の」は円に近い形状のため、上下左右の幅から面積を出し大きさとした。模範とした文字(教科書体活字)の面積との比較によって評価を行った。結果、ただ大きさを並べて見る限りでは、図4のように差はない。しかし練習後差を比較すると図5のように、点つなぎの方が模範との差が小さい。つまり、模範とした文字の大きさに近く、正しく認知されている。ここから推測される「点つなぎ」のメリットは、図6のように、点の中心をたどるように線を書くことである。またなぞりのデメリットは、図7のように、その線の太さのどこを辿るか明らかでないからと考えられる。つまり、形を漠然と捉えるなぞり筆路(筆記経路)での学習よりも、明確な点の筆路による方が、より学習効果が高いと推測される。

参考文献

- 石原久代「文字デザインの可読性に関する研究」名古屋女子大学紀要 46, 111-117, 2000
 榎田仁、兼高聖雄「筆跡とパーソナリティの関係についての実証的研究」組織行動研究(17), 3-53, 1990
 横瀬善正著『形の心理学』名古屋大学出版 (1986)
 平形精一「字形要素による学習漢字の分類(1)」書写書道教育研究(4), 1990
 杉崎哲子、沓名健一郎「横書きにおける「平仮名」の速書き指導に関する基礎的研究」『書写書道教育研究』24, 全国大学書写書道教育学会, 2010



Limit Genome Distance revealed by dissecting a leaf of *Arabidopsis thaliana*

(極限ゲノム距離：1枚のシロイヌナズナの葉の内部にゲノム距離がある)

Deepti Diwan, Tongmyong Kawa, Miho Suzuki, Naoto Nemoto, Takuyo Aita, and Koichi Nishigaki

Graduate School of Science and Engineering, Saitama University, 255 Shimo-Okubo, Sakura-ku, Saitama City, Saitama 338-8570, Japan.

Abstract: Phenotype is governed by genotype (genome). We find the limit genome distance within a leaf of *Arabidopsis thaliana* by extracting DNA from dissected leaf portions and subjecting it to Genome Profiling (GP), an analysis of the DNA melting transition of random PCR-obtained dsDNA fragments. Finally, clustering tree has been drawn from the genome distances derived from *PaSS* (Pattern Similarity Score) obtained for each fractional leaf, providing us with unexpected systematic genome-distances.

Keywords: Genome Profiling, random-PCR, genome distance,

Introduction:

Whole-genome studies that aim to reveal the genetic basis of phenotypic traits have been greatly facilitated by technological advances in genotyping and sequencing and have opened the door to a fundamental aspect of genomic variation that was previously unrecognized. In retrospect, perhaps it has been revealed that genome riddled with complex mutational events such as deletions, duplications, and inversions that are difficult to model (Ref. 1). However, biological systems are too complicated and sophisticated for us to know the whole of them even in the post-genomic era. In general, the genome information as a whole is too heavy to deal with and needs to be subjected to a compact technology like Genome Profiling (GP).

Methods:

In Genome Profiling, extracted DNAs from portions of a leaf amplified using random-PCR and analyzed by μ TGGE analysis. The coordinates (temperature and mobility) of featuring points which correspond to structural transition such as melting of double-stranded DNA and beginning of strand dissociation were normalized by use of common internal references. These normalized coordinates were then used to define the Pattern Similarity Score (*PaSS*), measuring the distances (d_G) within each portion of a leaf (Fig. 1). GP can extract a sufficient amount of sequence information (Ref. 2) to identify

species. GP has been demonstrated to be a strategy that identifies genomic DNA without prior knowledge of genomic DNA sequences. The most interesting feature of the GP method is that it provides more accurate and reliable identification of plants, fungi and others at the inter- and intra-species levels than any other known methods.

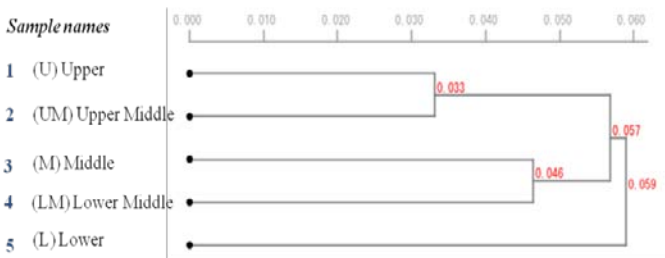
Results and Discussion:

The present study is focused on analysis of genome distance within a leaf of an *Arabidopsis thaliana* (*Shiro-inu-nazuna*). Here, we propose that there are considerable differences in genomic distance within the dissected portions of a single leaf that could be detected by Genome Profiling (GP). As shown in Fig. 1, intriguingly, the genomes of all leaf portions are not completely identical but, rather, are different from each other depending on their positions along the growth direction (Fig. 2). In this study, we could, first, establish the individuality of the genome of each cell belonging to a single body. The results obtained here suggest that there is a systematic difference in the genome distance; i.e. positional difference which is by no means random, following the same context formerly reported (Ref. 3), considering that the DNA replication should be strictly controlled to be an ultimately low mutation rate. The genome distance between two sections of a leaf seems to be far more larger than we have expected. As this needs to be discussed by taking the effect of methylation of DNA into account, we will be able to estimate the amount of limit mutation.

	1	2	3	4	5
1	0	0.033	0.036	0.054	0.051
2	0.033	0	0.052	0.051	0.053
3	0.036	0.052	0	0.046	0.064
4	0.054	0.051	0.046	0	0.047
5	0.051	0.053	0.064	0.047	0

Fig.1 Genome distance table for each pair of 5 portions of an *Arabidopsis* leaf. $d_G=1-PaSS$

Fig. 2 Tree making of 5 sections of an *Arabidopsis* leaf. Upper and lower represent the distance from the stem and upper is more distant from stem than lower.



References:

1. E. A. Kellogg, J. L. Bennetzen, *Amer. J. Bot.* **91**(10), 1709 (2004).
2. K. Nishigaki, M. Naimuddin, K. Hamano, *J. Biochem.* **128**(1), 107(2000).
3. Koichi Nishigaki, Shun Komazaki, Takuyo Aita, Yuko Miyazaki, Akiko Satake, *Science on Form*(Japanese), **25**(2), (2010)

3D レーザー顕微鏡でみる青色羽枝の微細構造

小作明則、宮本 潔

獨協医科大学医学総合研究所 栃木県下都賀郡壬生町北小林 880

E-mail:kosaku@dokkyomed.ac.jp

Color and Structure of Bird's Blue Barbs Observed by 3D Laser Microscope

Akinori Kosaku and Kiyoshi Miyamoto

Institute of Medical Science, Dokkyo Medical University Tochigi, Japan

1. はじめに

青色羽枝を持った鳥類としてカワセミ、ルリビタキおよびクジャクが知られている。我々は SEM によりカワセミの羽枝の観察をしてきた [1] が、可視光による発色についての情報を得ることができない。そこで今回、3D 構造と併せて明視野観察のできる 3D レーザー顕微鏡 (OLYMPUS LEXT OLS 4000) を用い新たな知見を得たので報告する。また 3 種の羽枝についての発色と構造の違いについて比較する。

2. 材料と方法

試料としたカワセミ他 2 種の羽は、羽枝 (barb) が羽軸 (ornithological rachis) から羽軸の先端方向に伸びていて、羽枝からさらに細かい小羽枝 (barble) が多数出て羽毛のように羽全体のおおよそ 3/5 まで覆っている。この部分は薄い灰色である。羽枝は羽全体の 2/5 より先の部分になると、光沢のある明るい青色で、この部分には小羽枝は生えていない。羽枝は小羽枝にくらべて太く硬い。青色の羽枝の裏側は小羽枝より濃い灰色である。羽枝は小羽枝を取り除くと羽軸付近では白色であるが、先端に向けて青色みを次第に増してゆく。すなわち、羽枝は小羽枝に覆われて見えにくい部分も青色を呈している。

標本処理はカワセミ背部羽枝をまず 25% (リン酸バッファーで希釈) パーマ液 (チオグリコール酸アンモニウム) に 1 時間浸し軟化させた。その後 2.5% グルタルアルデヒド、2 時間、四酸化オスミウム、2 時間の 2 重固定をおこなった後エタノールにより脱水処理を行った。レーザー顕微鏡用標本は液体窒素中で凍結し、割断処理を行った後、自然乾燥し標本とした。その他の青色羽枝の処理も同様に行った。

3D レーザー顕微鏡はコンフォーカル光学系を備え、フレア除去と同一高さ面を抽出できることにより XY 面の高分解能ならびに Z 方向に対物レンズを移動させ 3D 画像が構築される。併せて可視光を落射して明視野観察により色情報も取得できる。

3. 青色羽枝の微細構造

前回報告では標本は主に電子顕微鏡による観察であったため実際上可視光により羽の微細な部分のどこが青色を示すか示すことができなかった。今回、カワセミとルリビタキの

凍結切断断面に細く絞った可視光を照射したところより具体的な羽の発色部位と発色状態を観察することができた。図1にはカワセミ切断面の可視光落射照明像、図2には同じ部位の落射レーザー顕微鏡像を示す。この発色部分の微細形態は前回報告をおこなったTEMとSEMで観察した微細構造と同様の観察結果である。TEM及びSEMによる観察では骨梁のように見えた不定形の多面体状構造の中にスポンジ状構造が充填されており、この多面体構造が発色の一単位を構成しているものと考えられる。その結果、図1に示されるように単位ごとに幾分異なる青色を示すことと考えられる。

ルリビタキの青色部位においてもカワセミ同様の多面体状構造からの発色を確認することができる。しかしルリビタキでは以前の電子顕微鏡による観察ではごく一部にしかスポンジ状構造が確認されていないためこれについてはさらなる観察が必要である。

クジャクの切断面では羽根軸からの発色は確認されず羽表面全体が発色していた。これは木下ら(2005)[2]の羽表面直下に存在するメラニン顆粒の規則的配列による干渉色という報告がある。

以上のことからカワセミとルリビタキの青色は不規則な多面体状構造とその内部に充填されたスポンジ状構造に由来し、クジャクでは羽枝表面直下の微細構造に青色が由来すると考えられる。スポンジ状構造からの構造色的発色はフォトンクス結晶による解析が待たれる。

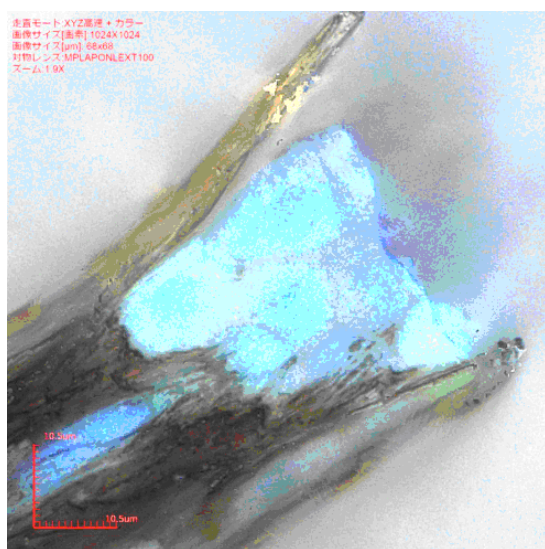


図1 カワセミ羽枝の青色発色

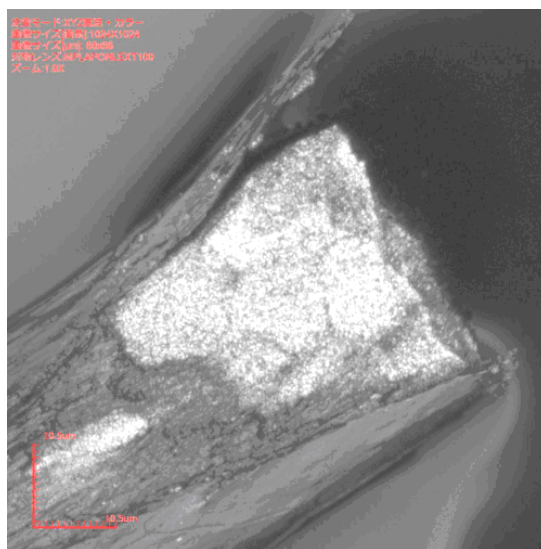


図2 海綿状構造の3D画像

文献

- [1] 小作明則、宮本 潔;カワセミ *Alcedo atthis* の構造色、形の科学会誌 Vol.27, 120-121、(2012).
- [2] Kinoshita, S. and Yoshioka, S. (Ed.), (2005). Structural Colors in Biological Systems Osaka University Press 351pp.

「ミリンダ王の問い」における証明

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

chaosfractal@icloud.com

Two different proofs in *Milinda's Questions*

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

抄録: 主張とその証明という形式と、主張が正しいことを示すための手順を与えるという形式が存在する。前者の証明をギリシャ的証明と呼び、後者のアルゴリズム的証明をインド的証明と呼ぶ。これらの証明についての概念の違いが「ミリンダ王の問い」において読み取れる。

キーワード: ミリンダ王の問い, ギリシャ的証明, インド的証明.

「ミリンダ王の問い」[1] は紀元前 2 世紀後半ギリシャ人王であるメナンドロス 1 世 (インド名: ミリンダ王) と仏教学者ナーガセーナとの問答を記録したものである。問答といってもミリンダ王の質問についてナーガセーナが答えるという形式である。「ミリンダ王の問い」は当時のギリシャ的思想とインド的思想の交流を示す貴重な資料である。このことをふまえ日本語訳の副題は「インドとギリシャの対決」となっている。

唐突であるがここで力学系におけるニールセン-サーストンの定理 [2] を紹介したい。

定理: 二次元写像系は下記のように 3 つに分類される。

- (1) カオス系 (擬アノソフ系)
- (2) 可約系
- (3) 周期的な系

この定理に対して 1980 年代後半に Burau 行列法 [3] が 1990 年代前半に線路算法 [4] が提唱された。これらは与えられた周期軌道の情報を用いてある手順を実行すると上記の分類が行えるというアルゴリズム的証明になっている。またこれらの手順は (1) の場合、正の位相的エントロピーを与えてくれるので有用である。

結論を先に述べると、ミリンダ王は「主張」についてユークリッド的な意味での「証明」を求める立場である。一方のナーガセーナは「主張」について、主張を得るための手順を与えるという立場である。副題の「対決」よりは、二つの立場の違いのすれちがいといった方が適切である。

以下では両者の立場がはっきり現れている「ねはん」の概念についての問答を紹介する。

ミリンダ王の問い: 出家したのは何のためですか。最上の目的は何ですか。(第 1 編第 5 出家の目的)

ナーガセーナの答え: 実にわれわれの最上の目的は、生存に執すること無き完全なねはんであります。

ミリンダ王の問い: この世に業によって生ぜず、原因によって生ぜず、時節によって生じないところのものがあれば、それを私に話してください。(第 2 編第 7 章第 5)

ナーガセーナの答え: 大王よ、ねはんは業によって生ぜず、原因によって生ぜず、時節によって生じないものです。

ミリンダ王の問い：ねはんを証得する原因があるならば、その理由によってねはんの生起する原因も期待されるべきです。

ナーガセーナの答え：ねはんを証得されるものではありません。それゆえにねはんの生起する原因は説かれません。

ミリンダ王の問い：尊者ナーガセーナよ、さあその理由を示して、理由をもってわたしを納得させてください。

ナーガセーナの答え：人は証得の力によってヒマラヤに至ることができます。人は証得の力によって山の王ヒマラヤをここにもって行くことができません。大王よそれと同様にねはんを証得する道を説くことはできるけれども、ねはんの生起する原因を示すことはできません。なぜなら、ねはんは形成されたものではないからです。ねはんはすでに生じたとか、未だに生じないとか、あるいはまさに生ずべきであるとかと言われるべきものではありません。

ねはんは、眼によって識別されるとか、舌によって識別されるとか、...と言われるべきものではありません。

ミリンダ王の問い：尊者ナーガセーナよ、しからばあなたはねはんは存在しない事象であると示しました。従って、ねはんは存在しません。

ナーガセーナの答え：大王よ、ねはんは存在します。ねはんは意によって識別されるものです。清浄、殊勝、端正、無蓋、不染浄の意によって、正しく実践する聖なる弟子はねはんを見ます。

ミリンダ王の問い：ねはんは存在する事象であることが譬えによって明らかになるよう、もろもろの理由をもって、私を納得させてください。

ナーガセーナの答え：風の存在することを知ってますしながら、風をしめすことはできません。大王よ、ねはんは存在します。しかしながらねはんを色や形によって示すことはできません。ねはんは意によって識別されるものであり、かの正しく実践する聖なる弟子は清浄な智慧によってこれを見ます。

ミリンダ王の答え：尊者ナーガセーナよ最上にして最勝の師であるあなたに近づいて、問いはこころよく解決され、疑いは晴れ、決定され疑惑は断たれました。

最後に我々が考えた力学系における例を紹介したい [5].

問題：サドルノード分岐で生じたふたつの周期軌道のひとつの記号列が与えられたとき、対をなすパートナーである周期軌道の記号列を決めよ。

このような問題に対して、我々は対をなすパートナーである周期軌道の記号列を決める手順を与えた。手順しかあたえられない問題も多くある。よってアルゴリズム的証明を利用するといろんな面で展望が開ける可能性があると考えている。

[1] ミリンダ王の問い 1,2,3. 訳者:中村元, 早島鏡正, 東洋文庫 7 (1963 年),15,28(1964 年) 平凡社.

[2] A. J. Casson and S. A. Bleiler *Automorphisms of Surface After Nielsen and Thurston*, (Cambridge University Press, 1988).

[3] 松岡隆, 物性研究 67-1 (1996),pp.1-58.

[4] M. Bestvina and M. Handel, *Topology* 34 (1995), pp.109-140.

[5] Y. Yamaguchi and K. Tanikawa, *Prog. Theor. Phys.* 128 (2012), pp.15-30.

記:2013.04.16

介入機会モデルに基づく1次元空間の施設配置分析

栗田 治

慶應義塾大学理工学部 〒223-8522 横浜市港北区日吉3-14-1
kurita@z6.keio.jp

Facility Location Analyses Based on Intervening Opportunity Model

Osamu Kurita

Faculty of Science and Technology, Keio University
3-14-1, Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama, 223-8522 Japan

Abstract : In this study, the stochastic behavior of consumers' dropping by road-side shops is analyzed using the intervening opportunity model. The model is applied to formulate the mathematical problem maximizing the sum of the numbers of dropping by customers under the condition of multiple facility location. For the case of uniform trip density, the optimal facility location is derived as each interval of the facilities is mutually equal.

Keywords : intervening opportunity model, facility location model

1. 緒言

本研究では、移動している途中で目にした施設に確率的に立ち寄る、という現象に焦点を当て、介入機会モデル(行き先を幾何分布に従って選ぶモデル)に基づき施設の集客数を記述し、役立てる方法を提案する。

2. 立ち寄り型介入機会モデルのシナリオ

ある人が、 n 軒の店舗が並んだ通りを散歩する。出発地を原点 O とし、経路を図1のような1次元の軸で表す。散歩していて次々に目に映る店に入るかどうかは確率的に決まる(つまり特定の店を目指して歩いているのではない)。この人が初めて入る店が k 番目のものである確率を求めるために、まず、 $p =$ (店を目前にしたときに入る確率) を定義する(店に入らない確率は $1-p$)。どの店に対しても、確率 p は共通であると仮定する。

k 番目の店が初めて入る店であるとき「1, 2, ..., $k-1$ 番目には入らず、 k 番目に入る」という事象が成立している。 $q(k)$ を k 番目の店に初めて入る確率とすると、 $q(k) = p(1-p)^{k-1}$ ($k = 1, 2, \dots, n$) である(幾何分布)。

介入する全ての機会(店)が選ばれない確率は $(1-p)^n$ であり、いずれかの機会(店)が選ばれる確率は $1-(1-p)^n$ である。

3. 線分都市における複数施設の集客モデル

長さ1の線分都市 $[0, 1]$ 上に同一種類の施設を n 個与え、施設の位置 r_i ($i = 1, 2, \dots, n$) は図2のように小さい順にならべておく： $0 \leq r_1 < r_2 < \dots < r_n \leq 1$ 。施設の種類の、コンビニエンスストア、ガソリンスタンド、郵便局、ポスト、自動販売機、サービスエリア、..., といった具合に何でもよい。また、こうした都市施設だけでなく、建築空間内の手洗い、ゴミ箱、消毒液置き場、掲示板、といったものの配置だとみなしてもよい(要は、移動の途中に立ち寄る可能性があればよい)。

都市内の移動は、起点 $x \in [0, 1]$ と終点 $y \in [0, 1]$ のペアで表現し、各々の密度を $\lambda(x)$ ならびに $\mu(y)$ で与える ($0 \leq x, y \leq 1$)。そして微小区間 $[x, x+dx]$ から微小区間 $[y, y+dy]$ にむけて移動する人数(トリップ数)を $\lambda(x)\mu(y) dx dy$ と表すことにする。ここで、任意の移動者は前述の介入機会モデル(幾何分布)で、移動途上に高々1回施設に立ち寄るものと仮定する。

移動の途中に幾つの都市施設が存在するかは、もちろん起・終点のペアによって異なる。移動の起点の位置 x を横軸とし、終点の位置 y を縦軸とする直交座標を設け、それぞれの軸に施設の位置をマークしてみよう(図3)。図3の大きな正方形中の一点一点が起・終点ペアに相当する(つまり直積 $[0, 1]^2$ がトリップ集合の全体である)。

図3では、途上に施設が存在するようなトリップ集合をハッチし、施設数(つまり介入する機会の数)を記入した(1以上 n 以下)。図3の対角線部分の正方形に属す起・終点ペアの場合、途上に施設が全く存在しない。

図3に依拠しつつ、施設 i の集客数の期待値を C_i として求めた ($r_0 = 0$ かつ $r_{n+1} = 1$ とおいた) :

$$C_i = \sum_{k=1}^i q(k) \times \int_{r_{i-k}}^{r_{i-k+1}} \lambda(x) dx \int_{r_i}^1 \mu(y) dy + \sum_{k=1}^{n-i+1} q(k) \times \int_{r_{i+k-1}}^{r_{i+k}} \lambda(x) dx \int_0^{r_i} \mu(y) dy. \quad (1)$$

(1) 式を全ての i について合算すれば, n 店舗すべて合わせた集客数の期待値を得る: $C = \sum_{i=1}^n C_i$.

4. 総集客数 C の最大化と店毎の集客数 C_i の平準化

解を明示的に扱うために, トリップ起・終点の密度を $\lambda(x) = \mu(y) \equiv 1$ とおき, C の最大化問題を解くと次式を得る:

$$r_i^* = \frac{1 + (i-1)p}{2 + (n-1)p} \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (2)$$

たとえば, n 個の施設が一人の経営者に所有されているものとする. あるいは n 個の施設が公共施設であり, 利用者数が多いことが望ましいものとしよう. このような場合の施設配置として, (2) は 1 つの規範的解答である.

一方, 施設規模が同一である場合には, 集客数なるべく平準化されていることも, 1 つの望ましい姿である. 客数が平準化されておれば, どの施設にも等しい物資の補給やメンテナンスを行えばよいのだから. じつは式 (2) の結果は $C_1 = C_2 = \dots = C_n$ を成立させることが証明できる. 総集客数の最大解が各施設の集客数を一定にするのである. これはとても便利な性質である.

最適解 (総集客数最大化かつ集客数平準化) の様子を図 4 に示す. ここでは施設の数 $n = 1, 2, 3, 4, 7, 10$ と 6 通りに与え, 立ち寄り確率 p を $(0, 1]$ の範囲で変化させて最適解を縦軸に示している. これを見ると, p が小さくなるほど, 最適配置が都市の中央に集まってゆくことが分かる. p が小さいということは, 人々があまり施設に立ち寄らない, ということを意味する. そのときには, 少しでも断面交通量の大きい都心部に全ての施設を集め, 集客を図るのがよいのである. 逆に p が大きければ, 都市全体に施設を均等に配置するのがよい.

本モデルを用いれば, 高速道路のサービスエリアへの立ち寄り客数や, 建築物内の手洗いの利用者数を精度良く記述できることが判明している^{1,2)}.

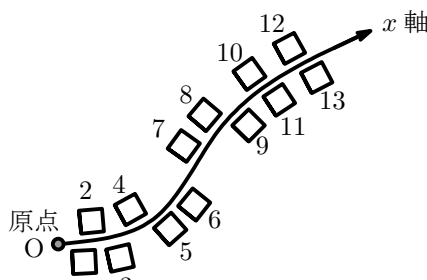


図 1. 散歩の途上で順に目に映る店舗.

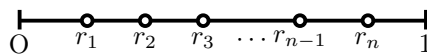


図 2 線分都市上の n 個の施設.

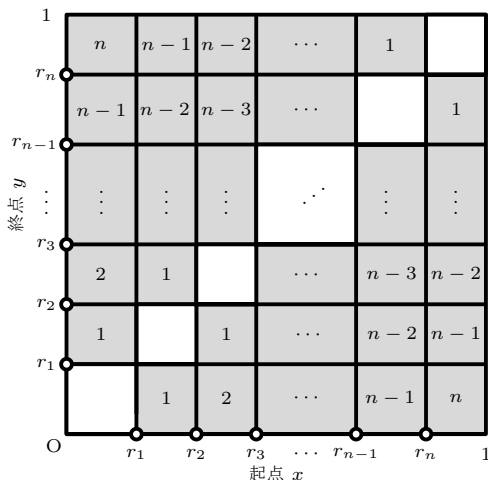


図 3 途上の施設数によるトリップ集合の分類.

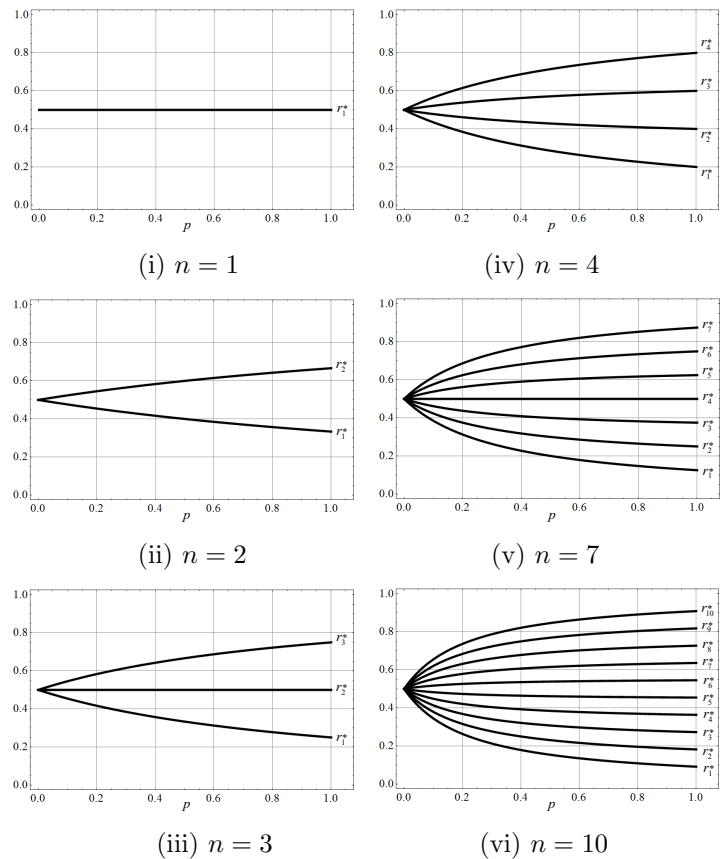


図 4 立ち寄り確率 p に依存して決まる最適施設配置.

参考文献

- 1) 福本創一郎 (2004) : 介入機会モデルに基づく施設配置と集客力のモデル, 慶應義塾大学大学院理工学研究科開放環境科学専攻修士論文.
- 2) 田中津也子 (2009) : 選択行動を考慮したトイレの利用者推定モデル, 慶應義塾大学理工学部管理工学科卒業論文.

通勤電車内の Packing

流田智史、竹田(流田)仁美、辻田均、西尾祥邦、山崎宗計、田中浩平
橋本市民病院病理診断科 和歌山県橋本市小峰台 2-8-1.

E-mail: tomotae-hashimoto@nifty.com

Packing in the commuter train.

Tomofumi Nagareda, Hitomi Nagareda Takeda, Hitosi Tujita, Yosikuni Nishio, Munekazu Yamasaki, & Kohei Tanaka. Department of Pathology, Hashimoto municipal hospital, 2-8-1 Ominedai, Hashimoto, Wakayama, Japan

Abstract: We tried packing in the miniature of a commuter train with a rubber miniature of my upper appeared figure and packing in the same miniature commuter train with the rubber columns. The total number and the number of both the miniatures in the peripheral zone touching to the wall of the same as chair's distribution in the practical commuter train is more than those of gathered chairs in the corner of commuter train. The pattern of packing in a commuter train is adapted for Euler's network formula by drawing a line between contact columns.

Keyword: commuter train, rubber miniature, contacting sites, Euler's formula.

Introduction: We had calculated the frequency of all compactly contacting sites of 193 times. Mostly contacting sites are 5 in 173 times, which are chest, back, one of shoulder and two sites of the other shoulder. We made rubber miniature models same form as my body of the overhead view showing, to reproduce the condition in the crowded commuter train. The first step may be one person surrounding by 5 persons, and the second step may show each 5 person is surrounded by 5 persons, and so on. If all contacting sites are five, this total number is shown in the Formula: $1+5 \times \sum_1^n$ and whole appearance is shown as diamond shape. However, the inner shape of commuter train is not diamond-shape. Then, we tried to make the miniatures of the commuter train with the same pattern of actual distribution of chairs and also the other pattern of gathered chairs densely at the one corner of the train, and packed with miniatures of my upper appeared figure. And more generally, we make the rubber column instead of my upper appeared figure.

Method: The miniature of a commuter train, my upper appeared figure and a rubber column: The actual data of a commuter train: 18160 mm in length and 2500 mm in width of a commuter train, and 3000 mm in length and 570 mm in width of 6 chairs, 1000 mm and 2000 mm in length with the same width of both two chairs. The size of the miniature of commuter train is 4.128% of actual size. My upper appeared figure is 4.128% sized of the same as the commuter train. The rubber column is 12 mm in diameter. The two patterns of distribution of chairs in the miniature of commuter train are 'A' pattern and 'B' pattern. 'A' pattern is the same as distribution in the practical commuter train and 'B' pattern is gathered chairs in the corner of commuter train.

Result: 1. packing in the miniature of a commuter train with a rubber miniature of

my upper appeared figure: Total number of rubber miniature and the number of contact sites; 2, 3, 4, 5, 6 and 7 are 512, 0, 11 (3.1%), 91 (25.5%), 213 (59.7%), 37 (10.3%) and 5 (1.4%), respectively, in pattern 'A', and 508, 1 (0.24%), 23 (5.6%), 113 (27.3%), 213 (51.4%), 63 (15.2%) and 1 (0.24%), respectively, in pattern 'B'. The number of peripheral zone touching to the wall and central zone not touching to the wall are 155 and 357, respectively, in pattern 'A', and 94 and 414, respectively, in pattern 'B'. 2. packing in the same-shaped miniature of a commuter train with the rubber columns: Total number of rubber miniature and the number of contact sites; 4, 5 and 6 are 510, 14 (4.0%), 89 (25.7%) and 243 (70.2%), respectively, in pattern 'A', and 450, 12 (3.5%), 98 (28.5%) and 234 (68.0%), respectively, in pattern 'B'. The number of peripheral zone touching to the wall and central zone not touching to the wall are 164 and 346, respectively, in pattern 'A', and 106 and 344, respectively, in pattern 'B'. 3. Euler's network formula: Euler's formula is $V+R-L=1$. V shows the number of intersections in the network. L shows the number of lines in the network. R shows the number of enclosed areas in the network. In our work, the number of columns is equivalent to 'V'. The number of the line between contacted columns corresponds to 'L'. The number of the polygons made with the line between contacted columns is suited to 'R'. Of packing in the miniature of a commuter train with the rubber columns, V, R and L are 510, 762 and 1271, respectively in pattern 'A', and 450, 721 and 1170, respectively in pattern 'B'. A: $510+762-1271=1$ B: $450+721-1170=1$

Both the two pattern are adapted for Euler's network formula.

Discussion: The total numbers and the number of miniatures in the peripheral zone touching to the wall are different by the distribution of inner chairs. The pattern of packing in a commuter train is adapted for Euler's network formula by drawing a line between contact columns.



1-A



1-B



2-A



2-B

伝送線路による理想 Cantor 媒質の電磁波伝播特性の実現性

小幡常啓¹、海野啓明²、園田潤³、小城淳一⁴

¹〒929-1604 石川県鹿島郡中能登町能登部 98-11

^{2,3}仙台高等専門学校、〒989-3129 宮城県仙台市愛子中央 4-16-1

⁴群馬工業高等専門学校、〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町 580

¹obata@m3.spacelan.ne.jp, ²kaino@sendai-nct.ac.jp, ³sonoda@sendai-nct.ac.jp,

⁴kojoh@tech.gunma-ct.ac.jp

Feasibility of Electromagnetic Characteristics of Ideal Cantor Media By Transmission Lines

Tsunehiro Obata¹, Keimei Kaino², Jun Sonoda³, Jun-ichi Kojoh⁴

¹Notobe-shimo 98-11, Nakanoto-machi, Ishikawa, 929-1604 Japan

^{2,3}Sendai Natl.Coll.Tech., Ayashi-chuo 4-16-1, Aoba-ku Sendai, 989-3128 Japan

⁴Gunma Natl.Coll.Tech., Toriba 580, Maebashi, 371-8530 Japan

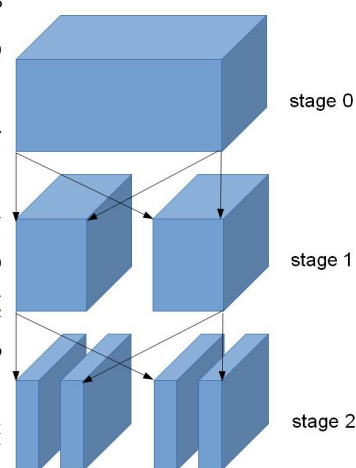
Abstract: We will show that real microstriplines with more or less energy loss can mimic the electromagnetic wave transmission characteristics of ideal Cantor media, which are meta materials, up to the 3rd stage. Focusing on the amplitude enhancement effect of the ideal Cantor media, we find a parameter range in which real microstriplines reproduce the effect.

Keywords: Cantor, meta material, microstripline, transmission line, energy loss

1. はじめに

誘電体層の Cantor 集合 (Cantor 媒質) は、伝統的な周期媒質やランダム媒質とは違った特異な特性を持つ。Cantor 媒質は、図の手順で定義される。厚み L の一様な誘電体 (ステージ 0 の Cantor 媒質) を、厚みを $1/S$, ($S=3$) に縮小 (スケール変換) することでステージ 1 の Cantor 媒質が定義される。この過程を逐次行くと、ステージ n の Cantor 媒質を得る。極限 $n \rightarrow \infty$ では、自己相似性を持つフラクタル Cantor 媒質を得る。Cantor 媒質の幾何学構造の反映として、透過スペクトルにスケール性や共振ピークの逐次分離が現れ、スペクトルもまたフラクタルな構造をもつ [1]。ある共振点では、誘電体層が共振器として働き、電磁波振幅が著しく増強される [2]。透過スペクトルにおけるピーク点の個数や、共振点における場の強度に対する厳密な評価式は文献 [3, 4] で得られた。これらの結果は、材料が無損失であることを仮定する。

現実の材料には必ず損失がある。現実の材料で製作した Cantor 媒質は、無損失な理想 Cantor 構造の特性をどこまで再現するかについては、僅かに調べられているに過ぎない。ここでは、マイクロ波～ミリ波の領域に焦点をあて、その問題を調べる。この周波数領域において Cantor 構造を定義通りに製作すると、誘電体板の広がりが大きくなるため、板の配置にきめ細かな注意が必要である [5]。Cantor 媒質と同じ特性を持つコンパクトな高周波デバイスが在れば、実用上も有益である。そのようなデバイスが実際に存在することを示せる [6]。そのデバイスにおいて、理想 Cantor 媒質の振幅増大効果をどこまで再現できるかを明らかにする。

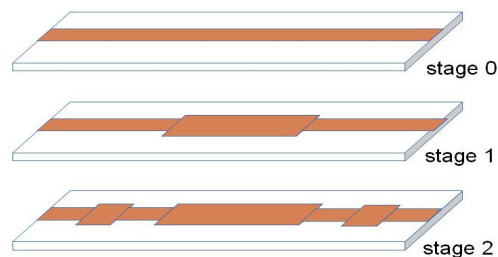


2. Cantor 媒質とマクロストリップ線路

電磁波伝播特性において、各ステージの無限平板 Cantor 媒質と等価なマイクロストリップ伝送線路が存在する。

鍵は、無限平板 Cantor 媒質の電磁波伝播特性は、Cantor 媒質を構成する 2 種類の物質の特性インピーダンスの比 Z_{01}/Z_{02} と、各層の伝達因子 $\exp(-\gamma x)$ (γ は伝播定数、 x は層の長さ)によって決まることである。

マイクロストリップ線路の特性インピーダンスは線路の幅によって自由に設定できるので、線路幅の異なる 2 種類の線路を交互に接続することで、接続点におけるインピーダンス比を、Cantor 媒質のそれと等しくできる。線路幅が決まっても、線路長の自由度がまだ残る。この自由度を利用して、各線路の伝達因子が Cantor 媒質の各層の伝達因子に等しくなるように、線路長を決定できる。こうして、等価なマクロストリップ線路を得る。設計の詳細は文献[6]で与えた。



3. 振幅増大効果

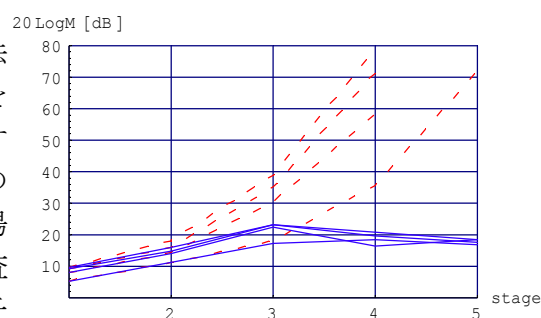
振幅増大効果に焦点を絞り報告する。伝達行列法を用いて透過率と反射率の周波数スペクトルを求め、一定周波数範囲内における共振周波数をすべて探索した。次に、各共振点において媒質中の電場分布を再び伝達行列法を利用して求め、電場分布における最大振幅を決定した。最後に、探索した共振周波数の範囲内において、振幅増大因子

$M \equiv (\text{最大振幅})/(\text{入射振幅})$ の最大値を決定した。

特性インピーダンス比 Z_{01}/Z_{02} をパラメータにとり、振幅増大因子 M をステージ数 n の関数としてまとめた。パラメータ値は $\sqrt{4}$, $\sqrt{6}$, $\sqrt{8}$, $\sqrt{10}$ の 4 通りである。

図中の破線が理想の場合である。上側の破線ほどパラメータ値は大きい。この dB 表記の

M 値は n の指数関数 $20 \log M \approx 20 \log (Z_{01}/Z_{02}) 2^{n-1}$ で近似でき、インピーダンス比が大きいほど近似精度が高い。また、この近似式は M の上界に対する理論式[4]に一致する。図中の実線が損失の場合である。低損失なマイクロ波基板として、誘電正接 $\tan \delta = 0.0006$ 、誘電率 $\epsilon_r = 2.2$ 程度のものが市販されている。そこで、この値を仮定した。上側の実線ほどパラメータ値は大きい。このマイクロストリップ線路で達成可能な M の最大値は約 25dB である。また、この線路が無損失の振幅増大効果を再現できる領域は、ステージ数 3 以下、インピーダンス比 $\sqrt{4}$ 以下である。この範囲における M の最大値は約 18dB である。



参考文献

- [1] A.V. Lavrinenko, S.V. Zhukovsky, K.S. Sandomirski, and S. V. Gaponenko, *Phys. Rev. E* **65**, 036621 (2002).
- [2] N. Hatano, *J. Phys. Soc. Jpn* **74**, 3093-3104 (2005).
- [3] K. Kaino and J. Sonoda, in *5th International Workshop on Complex Systems*, ed. M. Tokuyama et al., AIP Conference Proceedings **982** (AIP, New York, 2009), 748-751.
- [4] K. Kaino, T. Obata, J. Sonoda and J. Kojo., in *4th International Symposium on Slow Dynamics in Complex Systems*, ed. M. Tokuyama and I. Oppenheim, AIP Conference Proceedings **1518** (AIP, New York, 2013), 495-502.
- [5] J. Sonoda, N. Tanji, K. Kaino, M. Sato, N. Hayashi, T. Obata, and A. Wakahara, *IEICE Technical Report AP* **111** (29), 37-42, (2011), (in Japanese).
- [6] T. Obata, J. Kojo, J. Sonoda and K. Kaino, *The Papers of Technical Meeting on Electromagnetic Theory*, IEE Japan, **EMT-11-142**, 95-100 (2011), (in Japanese).

リンゴの皮むきと正多面体の展開図について II

海野啓明, 千葉春樹, 荒井ひかる

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

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

Spiral of Apple Peel and Development of Regular Polytope II

Keimei KAINO, Haruki CHIBA and Hikaru ARAI

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

Abstract: A curve of apple-peel is a central-symmetric S-shaped spiral half of which is the “lituus.” Apple-peel developments of a regular 24-cell and 120-cell consist of three and seven small apple-peel developments respectively. The central small developments have flat and zigzag figures. The other small developments have S-shaped figure on their own spheres.

Keywords: Apple-peel development, S-shaped spiral, regular polytope

1. はじめに

正多面体の箱を展開するとき一意に決まる展開図があるとよい. この意味で「皮むき多面体」は実用的な観点からも興味深い[1]. 「展開において, むいた皮は一繋がり皮の幅は一定である」という条件をつけると, 正多面体の皮むき展開図はS字形になる. この条件でリンゴの皮をむくと中心対称のS字形の螺旋形が得られるが, 皮の幅を細くすると自己相似性により一定の曲線に近づく. その半分は Lituus の螺旋で表される[2].

4次元正多胞体は6種類あるが, 5次元以上では標準正多面体と呼ばれる3種類しかない. 前報では4次元の標準正多面体

(5胞体, 超立方体, 16胞体)の皮むき展開図を示した[2]. 本報では正24胞体と正120胞体の展開図を示し, 4次元のリンゴの皮むき展開図について考察する.

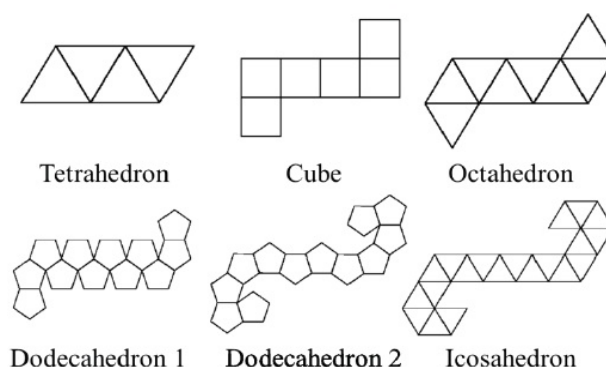


図1. 正多面体のリンゴの皮むき展開図

2. リンゴの皮むき展開図

リンゴの皮のモデルとして単位球面を考え, 緯度 180° を N 等分し, 半分の大円で切り, 隣り合う緯線を皮として展開すると中心対称のS字形の螺旋が得られる. $N=8$ の場合は図2になり, $N=16$ の場合には皮むき展開の半分は図3になる. N が大きいとき $r_0 = 1.77\sqrt{N}$, $r_0/r = 0.94(\theta/\theta_0)^{1/2}$ ($\theta > 20^\circ$) と表される. この螺旋は Lituus と呼ばれる.

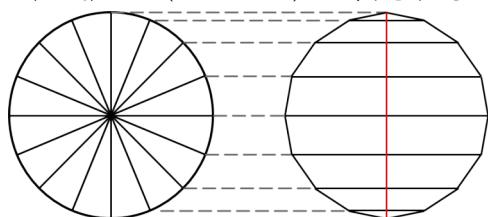


図2. リンゴの皮のモデル ($N=8$).

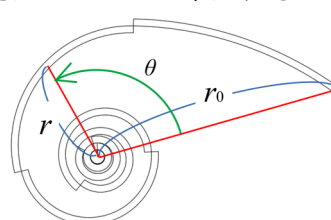


図3. リンゴの皮の展開 ($N=16$)

3. 4次元正多胞体のリングの皮むき展開図

4次元正多胞体は6種類あり、その展開図は幾つか示されている[3]. 標準正多面体(5, 8, 16胞体)の皮むき展開図は5胞体を除き中心対称である[2]. 24胞体, 120胞体, 600胞体の胞の中心座標を打点すると[4], 図4のようにそれぞれ5, 9, 15枚の超平面上に分布する. 図4(a)を見ると, 中央の超平面上の胞の数6は隣接する超平面上の胞の数8より少ない. 中央の超平面上にある胞は, その球面上に離れて位置するので, 皮むき展開はできない. 図4(e)のように第4軸を取り直すと, 全ての胞は3枚の超平面上に乗るので不具合がない. 図4(e)の直線は, 超上からリングの皮むき展開したときの胞の間の接続関係を示す. 正24胞体の皮むき展開図は, 図5のように3枚の超平面に対応する3個の皮むき展開(6個の胞からなる小球2個と12個の胞からジグザグの平板)から構成される[5].

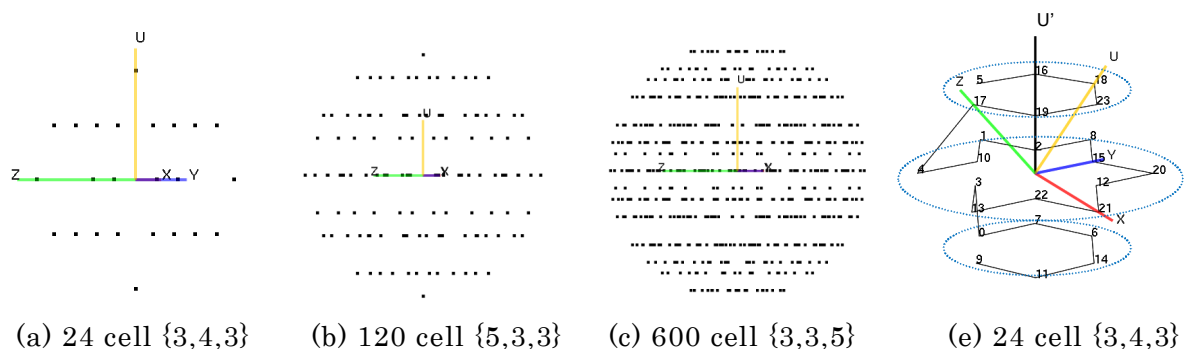


図4. 4次元正多胞体(24, 120, 600胞体)の胞の中心座標の分布

図2のモデルから類推すれば, 正多胞体のリングの皮むき展開図は, 超円錐の裾の部分の展開図を接続したものなる. 中央部は, 超円錐の母線が無限大になり, 超円筒を展開するために平板状になる. 図5では中央部は平板状のジグザグとなり対称性しか分らない. 正120胞体の各超平面上の胞を皮むき展開すると中心対称のS字形螺旋が現れる. 正120胞体の皮むき展開図は, 超上から4枚目の超平面にある部分は, その球面上において離れて位置するという不具合がある. 4枚目と3枚目を合せば皮むき展開できて, 球面上のS字形螺旋となる. 中央部はS字形平板になる. 詳細は講演時に示す. 4次元リングの皮むき展開はこの結果により推察できる. 正600胞体の皮むき展開図は今後の課題である.

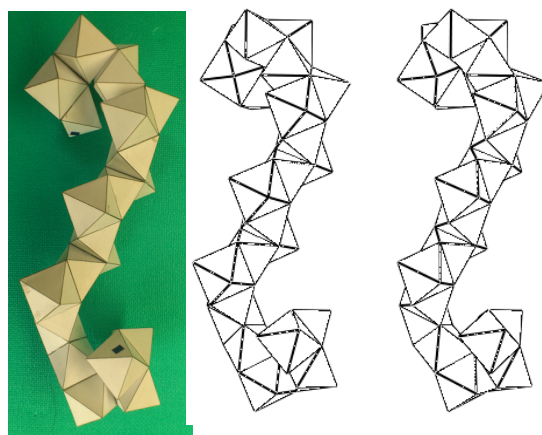


図5. 正24胞体の展開図と立体視図

文献

- [1] 阿竹研究所: 皮むき多面体 (2008), <http://blog.atakebones.com/?eid=524237>.
 - [2] 海野, 阿部, 千葉, 矢島: 形の科学会誌, **12**, (2012), 27-28 (シンポジウム要旨).
 - [3] 宮崎, 石井, 山口: 「高次元図形サイエンス」(京都大学出版会, 2005), 98-100.
 - [4] H.S.M.Coxeter: "Regular Polytopes" (Dover, 1973), 156-157.
- (訂正は H.S.M.コクセター「幾何学入門 下」(筑摩書房, 2009), 331 を参照)

ハクサイの開度と連なりらせん構成点の一様性

根岸利一郎¹⁾, 関口久美子¹⁾, 高畑一夫¹⁾, 山田英彦²⁾埼玉工業大学¹⁾, 明海大学²⁾

negishi@sit.ac.jp

Divergence Angle of Chinese Cabbage and Uniformity of Composed Points for Simulated Spiral

Riichirou Negishi¹⁾, Kumiko Sekiguchi¹⁾, Kazuo Takahata¹⁾, Hidehiko Yamada²⁾Saitama Institute of Technology¹⁾, Meikai University²⁾

Abstract:

We investigated a number of sunflower seeds spiral, and examined a relation between a deflection angle for the simulation and an angle of two successive leaves. The deflection angle is estimated between 137 and 138 degrees at which leaves are uniformly dispersed more than at any other angles. In addition, we further analyzed a uniformity of the points' intervals when the angle is applied to the rectangular filling.

Keywords: sunflower seeds spiral, deflection angle, divergence angle, filling

よく知られているようにひまわりの種子は円形頭状花内でらせん状に連なって実る。そのひまわりの種子の連なりらせん数の実際を調べ、らせん構造を真似るために円座標の偏角を野菜や野草の開度（続く2葉間の開き角度）から推定した。そして、得られた偏角を矩形内点充填に応用した場合の点間隔の一様性を解析した。

連なりらせんの実際とシミュレーション

ロシアひまわりを例にとって実際の数えやすい連なりらせん数を調べた。その結果、CWとCCW方向それぞれを加えたらせん数の約20%はフィボナッチ数に近いが異なった(図1)。連なりらせんの構造を円座標表示で真似る場合、その表示点を $(r, \theta) = (n^p, n\phi)$, $n=1,2,3, \dots$ として p と ϕ を決める必要がある。ひまわりの花を円盤モデルにすれば $p=0.5$ は決まるが[1], ϕ が定まらない。この ϕ を決めるために身近な野菜や野草の開度を調べた(図2)。その結果、開度は 137° と 138° の中間付近に特定された(表1)。そこで、この角度付近での任意の角度による葉の分散の度合いを直線の上に並べる方法[2]で調べ(図3)、偏角 ϕ の推定値として黄金角を採用した場合での開度の分散が最も小さくなることを確認した。

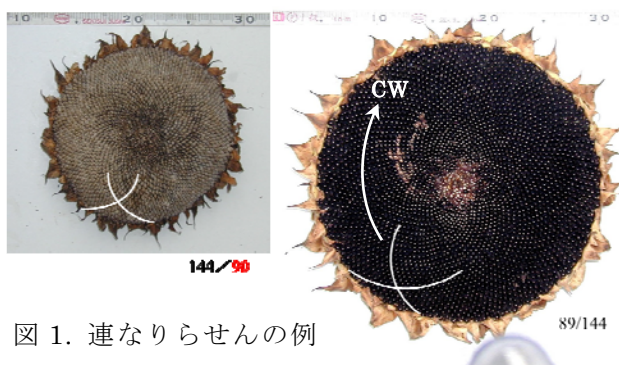


図1. 連なりらせんの例



図2. 葉の付く順番の例

表1
測定結果

	ハクサイ	キャベツ	ブロッコリー	セイタカ
平均の開度	137.7° (5本)	137.5° (10本)	137.4° (10本)	137.3° (6本)
変位幅	±0.8°	±3.5°	±2.7°	±2.6°
方向(CW/CCW)	2本/3本	5本/5本	4本/6本	3本/3本

(CWは内側に向かうらせんで回転中心が右側になる曲線の凸面の方向とした)

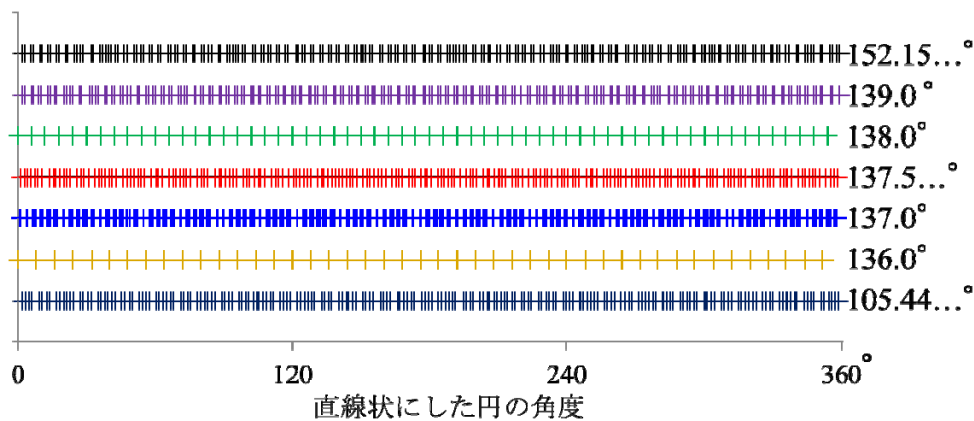


図 3. 開度による表示位置を円周の直線状表示で示した。

葉の付く方向の任意性

先の野菜の調査によって連続する葉の付き方には CW と CCW どちらに成長するかの任意性があった (表 1)。これを種内で確認するため、キャベツの本葉 3 枚目が 2 枚目から左右どちらの方向に付くかを調べた (図 4)。東西に近い方向に沿った畝に直播にした種について畝の中間付近での 100 本について集計した結果では葉の付く方向が左/右=50/50 で全く差がなかった。この葉の付く方向が左右同じということは葉の付き方で決まるキャベツの形は種で定まっていらないことになる。

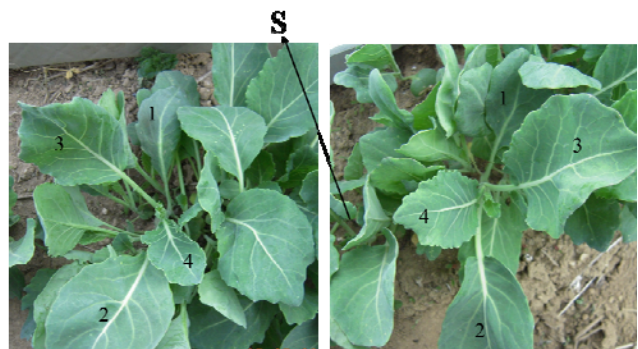


図 4. 葉の付く方向の任意性

矩形内充填への応用

偏角として黄金角を採用して矩形内に任意点数を充填する場合 (図 5)、その任意の構成点数の分布がアスペクト比によってどのように変化するかを検討した。その結果、各構成点間の距離は一定の範囲で変化するが構成点全体としては一様性が保たれることがわかった (図 6)。この結果は構成点を表示装置その他に利用する場合に有用である。これらの検討結果を報告する。

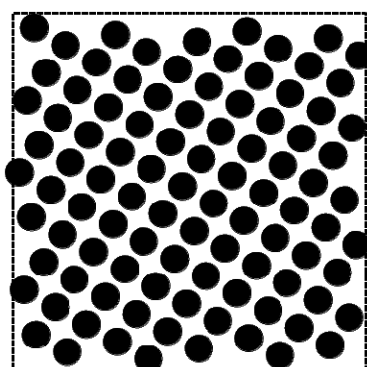


図 5. 矩形への任意充填(97 点)

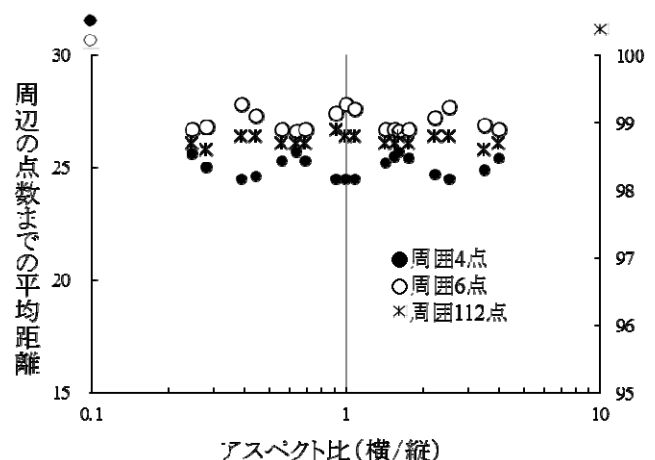


図 6. 任意の点からの距離のアスペクト比依存

[1] R. Negishi and K. Sekiguchi; "Pixel-Filling by using Fibonacci Spiral", FORMA, 22(2007), 207-215.

[2] 渡邊泰治; 「黄金比の謎」, 化学同人(2007).

マイクロ CT で見たタマムシの羽の 3 次元構造

岸本 直子

摂南大学、大阪府寝屋川市池田中町 17-8

kishimoto@mec.setsunan.ac.jp

Acquisition of three dimensional structures
inside a jewel beetle wing using micro X-ray CT

Naoko KISHIMOTO

Setsunan University, 17-8 Ikedanaka-machi, Neyagawa, Osaka, Japan

Abstract: A jewel beetle has iridescent colored forewings. The color comes from multilayered structures of wing epidermis. This paper shows three dimensional structures inside the wing acquired by using micro X-ray computer tomography.

Keywords: Jewel beetle, micro X-ray CT, structural color

はじめに

タマムシ（和名：ヤマトタマムシ, *Chrysochroa fulgidissima*）の羽は図 1 のように七色に光る光沢をもち、その色や光沢は、正倉院蔵「玉虫の厨子」に利用されたように年月を経てもよく保存される。この色や光沢は、表皮の多層構造に起因する、いわゆる構造色である¹⁾²⁾。構造色を生み出す羽内部の 3 次元構造を非破壊で観察するために、マイクロ X 線 CT により観察をおこなった。



図 1 タマムシの羽

サンプルの準備

本稿では、2 種類の解像度での撮影を試みた。使用したマイクロ X 線 CT は、電子顕微鏡に取り付けるタイプで、電子顕微鏡の電子線が照射される金属製ターゲットとサンプルを接着して金属ホルダとの距離を調節することで、解像度を変えることができる。金属ホルダは、0.45 度刻みで 180 度あるいは 360 度回転するので、解像度が高くなるほど、サンプルを回転軸中心に正確にマウントする必要がある。

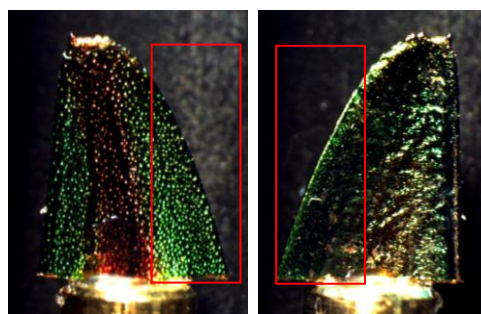


図 2 ホルダへの接着

まず、 $0.9\mu\text{m}$ /ピクセルの解像度での撮影では、タマムシの羽（長さ約 2.5 cm，幅 0.5 cm）の先端を切り取り（図 1），観察のための金属ホルダに水性ボンドで図 2 のように接着した。図 2 には光沢のある表面と、裏面を示した。

さらに高解像度で撮影するために、羽の一部（図 2 の赤枠部分）を切り出し、先端を $100\mu\text{m}$ に加工した金属ホルダに接着し、 $0.5\mu\text{m}$ /ピクセルの解像度で撮影した。

X線透過像と再構成像

図3に解像度 $0.5\mu\text{m}$ /ピクセルでの透過像を示す。撮影画像のサイズは、 1024×1024 ピクセルなので、撮影範囲は約 $500\mu\text{m}\times 500\mu\text{m}$ となる。前述のように金属ホルダが回転する毎に透過像を撮影し、 180 度のハーフスキャンで合計 410 枚の透過

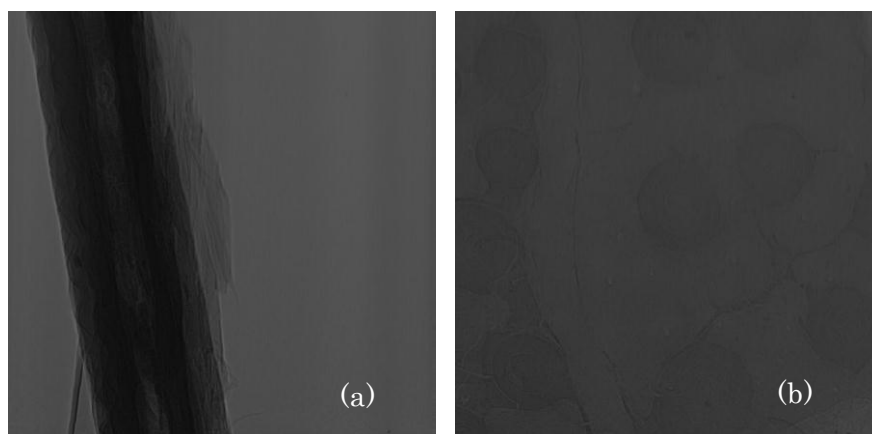


図3 透過像

像が得られる。図3では異なる角度での透過像を示した。図3 (a) より羽の厚みは約 $100\mu\text{m}$ 程度であり、羽の内部に空隙が観察される。図3 (b) からは、直径 $100\mu\text{m}$ ほどの円形状の構造が並んでいることがわかる。

これらの透過像から、3次元構造を断面像として再構成する。一旦断面像として再構成されれば、3次元グラフィックス表示によって内部を観察したり、計量することができるほか、3次元プリンタで拡大模型を製作することもできる。図4に再構成断面から製作したCG画像の一例を示す。内部の空隙などがよく観察できる。

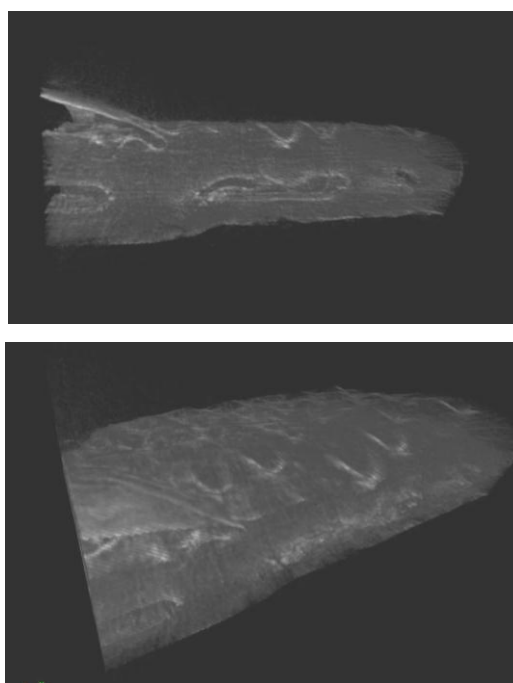


図4 再構成CG

まとめ

構造色を呈するタマムシの羽を、マイクロX線CTを使って最高 $0.5\mu\text{m}$ /ピクセルの解像度で撮影し、内部の3次元構造を取得した。今後は最高解像度 $0.3\mu\text{m}$ /ピクセルでも撮影し、内部構造の定量評価に取り組みたい。

謝辞

タマムシは、日本経済大学篠原淳先生と福岡市立高取中学2年篠原健君に提供いただいた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1)形の科学会誌, Vol.16, No.2, 2001
- 2)T. Hariyama, Y.Takaku, M. Hironaka, H. Horiguchi, Y. Komiya, and M. Kurachi, The Origin of the Iridescent Colors in Coleopteran Elytron, Forma, 17, pp.123-132, 2002.

球形放散虫の 3 次元データから殻孔数を自動判別する試み

吉野 隆¹, 岸本 直子², 石田 直人³, 松岡 篤³, 栗原 敏之³, 木元 克典⁴

1) 東洋大学理工学部, 2) 摂南大学, 3) 新潟大学, 4) JAMSTEC

1) 〒350-8585 川越市鯨井 2100

tyoshino@toyo.jp

Auto-determination of Pore Number of Spherical Radiolarian Skeleton from 3D data

T. Yoshino¹, N. Kishimoto², N. Ishida³, A. Matsuoka³, T. Kurihara³,
and K. Kimoto⁴

1) Toyo University, Kujirai 2100, Kawagoe, 350-8585

Abstract: A method for auto-determination of pore number of spherical radiolarian skeleton is proposed. We approximated the skeletal structure obtained from the micro X-ray CT to a set of lattice points on spherical surface. Using the set, the number of pores and the geometry of them are determined.

Keywords: Radiolaria, pore number, Skeleton Structure, *Pantanelium*

1. はじめに

近年, 筆者らによって, 放散虫骨格の詳細な 3 次元構造が明らかになってきている[1]. その手法は, マイクロ X 線 CT により骨格の 3 次元データを取得し, 3D プリンターを用いて模型を制作し, 肉眼で観察するというものであった. 3 次元データがあればコンピュータ上でその構造を任意の方向から表示することが可能であるが, 現状では肉眼で観察しないと詳細な構造がわからないことが多い.

本研究では, 球形放散虫の 3 次元データから殻孔の数を (できれば形状も) コンピュータ上で自動判別する試みについて報告する. 殻孔数とその形の分布は, 骨格情報の中でも基本的なものであるために, 模型を作ることなく判定できるようになることは有意義である.

2. 方法

殻孔の数とその形を探るために, 骨格の 3 次元データを球面上の格子にマッピングする. 球面上の格子は, 正 20 面体の各面を合同な三角形で分割して作成した. これは geodesic grid と呼ばれている. はじめに, 必要ならば元になる 3D データから殻孔数を求めるために必要な部分のみを取り出し, データを単位球面に投影する. 次に, それぞれのデータについて一番近い格子点を求めて骨格構造を格子点で近似する. これらの格子点に 0 という値を割り当てる.

殻孔の数とその形を判定するために, 同一の殻孔に属する格子点が同じ値を持つような仕組みをつくる. そのために, はじめに, 値 0 を割り当てなかったすべての格子点に異なる非負の整数値を割り当てる. 次に, 非負の整数値をもつ格子点に注目し, 近接格子点の値に注目している格子点の値よりも小さい値がある場合には, 注目している格子点の値を近接格子点の最も小さい値に設定し直す. 非負整数値をもつすべての格子点で値の変更が発生しなくなるまでこの操作を繰り返す.

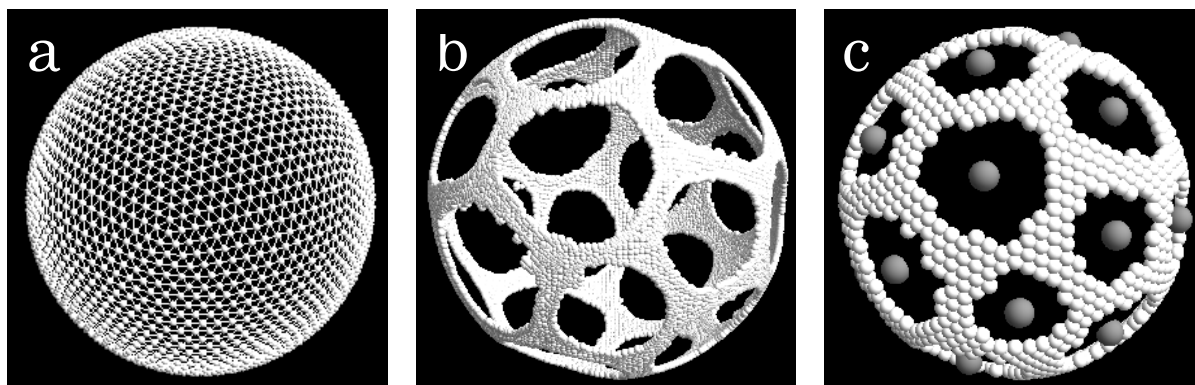


図 1 : a:使用した格子, b:単位球への投影, c:格子点への近似結果.

3. 計算例

前述の手順を確認するために、マイクロ X 線 CT によって取得した中生代の放散虫 *Pantanellium* のデータをもとにして方法の有効性を確認した。結果を図 1 および図 2 に示した。図 1a は使用したグリッドで格子点数は 2562 である。これは正 20 面体を構成する三角形の一边を 16 分割して得られる。図 1b は図 2a に示した元データから主刺部分（左右に伸びた部分）と中心付近を除き、全体の重心を原点と一致させた後に球面に投影した結果である。格子点に近似していないので、小球の配置が規則的ではない。図 1c の小球は図 1b の点を最も近い格子点で近似した結果である。ただし、結果がわかりづらいので後ろの半球は表示していない。また、複数の点と同じ格子点に近似されるために生じる重複は考慮していない。殻孔に相当する部分には大きな球でその重心を示した。この球が殻孔のほぼ中央にひとつずつあることは殻孔の数を正しく数えていることを示している。今回のデータでは、殻孔数が 25 であった。

図 2a は計算に用いた STL データ、図 2b は上述の手順によって得られた結果を、もとのデータに重ねた結果を示している。データを重ねるために、得られたデータの縮小と平行移動を行っているが、その他の処理（回転や変形など）は行っていない。この結果は *Pantanellium* の構造の特徴を抽出することに成功したことを示している。

参考文献

- [1] Matsuoka, A. et al.,
Exact number of pore frames
and their configuration in
the Mesozoic radiolarian
Pantanellium: an
application of X-ray
micro-CT and layered
manufacturing technology to
micropaleontology, Marine
Micropaleontology, 88-89,
36-40, 2012.

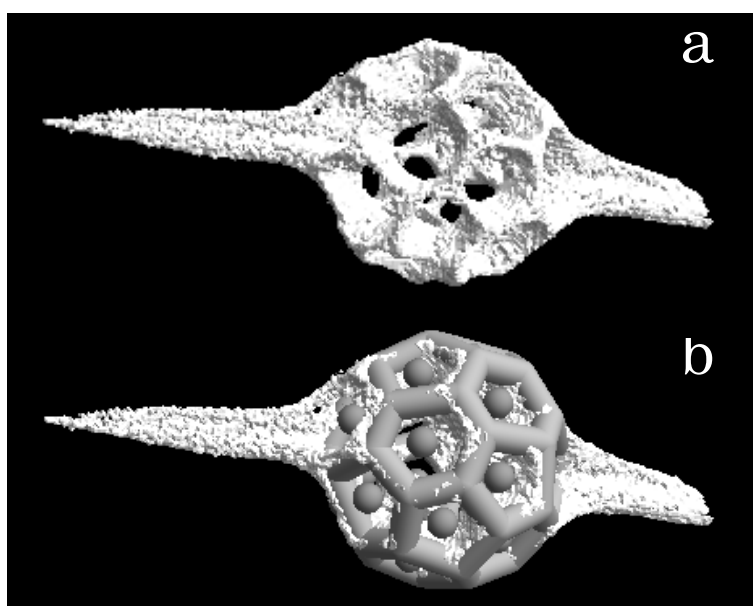


図 2 : a:もとの 3D データ (STL), b:3D データに解析結果を重ねた結果.

学校教室でのプロジェクションマッピングの活用

松浦執、三上哲史、嶋原拓実、湯本愛未

東京学芸大学基礎自然科学講座

東京都小金井市貫井北町 4-1-1

shumats0@gmail.com

Use of Projection Mapping in Class Rooms

Shu Matsuura, Tetsufumi Mikami, Takumi Shigihara, Narumi Yumoto

Tokyo Gakugei University, Faculty of Education

4-1-1 Nukuikita, Koganei, Tokyo 184-8501

Abstract: Projection mapping is a display technology, in which the images are projected onto the irregularly shaped surface of the real objects. The 3D transformation and the motions of objects are perceived through visual illusions. Using this technology in the classrooms, students can share the vision of augmented reality and spatial visual effect. This will be effective in the explanation or presentation of function of the objects.

Keywords: Projection Mapping, Illusion, Classroom Activities

1. はじめに

プロジェクションマッピング（以下 PM と略記）は、建物、舞台装置、物品などに映像を映写して空間演出する方法である[1]。映写する物体の表面形状に合わせて映像を制作し、立体的な空間変化や、空間に映像をとけ込ませた演出をすることで、実空間に物語を展開できる。映像が空間として体感できるところにその特徴がある。演劇やコンサートなどの舞台では、固定された舞台装置をもとに PM によってダイナミックな空間演出が行われている。2012 年 9 月には、復元された東京駅舎全体をプロジェクションマッピングしたイベントが行われ、関心を集めた。商品の演出やアート作品としての上映、またパーティー会場の演出などで、その場で映像制作しながら空間演出する事例がある。本報告では、PM を学校の教室での学習や、児童生徒の表現活動の一つとして活用することの可能性を考える。

2. プロジェクターを用いる意味

教室では生徒個別のメディアと全体用のメディアが用いられる。前者の典型はノートおよびコンピューター室での PC である。最近ではタブレットの導入が実験的に行われるようになった。この他、生徒は家庭で 3DS や TV ディスプレイを用いた遊びを単独または友達数名で集まって共有することが多い。これに対し、全体に表示するメディアは黒板、最近では大型液晶 TV、電子黒板である。さらに、日本の小学校の教室は、生徒の創作物を周囲の壁面に飾ったり、学級運営上のキーポイントになる種々の情報を提示したりして、共に学ぶ場としての特徴づけを重ねている。教室には、生徒が個別に創作し学習するメディアとともに、学級に集まって学ぶ、学びの共有と共感のために有効なメディアの充実が求められる。RM はスクリーンやディスプレイを増設せずに、教室内に蓄積される実体的な物品や構築物を活用して演出でき、生徒の共感を得られる可能性の高い方法と思われる。

3. 教室で PM を用いる具体案

3.1 実物への投影

iPad や PC 用に人体の内部構造学習アプリなどがある。これを人体に映写して利用することで、アプリを用いた学習をより興味深く進めることができる。また、大きめの物体や実験装置の場合は、その説明映像を物体とその周辺に投影することで、現実結びついた理解がしやすくなる。物体が運動する場合も、ゆっくりした動きであればプロジェクターで物体を追従可能である。多面体立体などの場合、各面ごとに映像をアフィン変換してマッピングすることで効果的に錯視を活用できる。

3.2 空間の演出

iPad には、デジタルコンパスと GPS を活用して、タブレットを向けた方角の星座や惑星を表示するアプリがある。iPad を向けた方向の壁や屋根に、その星座画像を映写すれば、スポットライトをあてて宇宙を眺めるようなミニプラネタリウムを実現できる。日中の教室空間ながら宇宙空間まで見通せたらどうなるかという仮想化であり、没入感も得られる。

3.3 現実物体と映像のインタラクション

実物と映像とを重ね合わせる手法としては拡張現実 (Augmented Reality, AR) 手法[2]がある。これは、物体にマーカーをつけてカメラで撮影し、マーカーによって用意した映像を重ね合わせるものである。物体のマーカーによって付加映像を転換することができる。この手法で得られる映像を実物体に投影することにより、仮想物体をインタラクティブに実空間に表示することも可能である。

PM は空間演出をするものなので、投影する物体に対する人の動作を映像に反映することが望ましい。ゲーム用モーションセンサーである Kinect センサーを用いることで、3 次元的な人の身振りや手振りを検出してコンピューターに入力することができる[3-5]。

3.4 デュアルプロジェクターの利用

PM は複数のプロジェクターを用いて複雑な空間演出をすることも多い[6]。被投影物が 3 次元物体であることを利用したり、室内空間全体を演出したりするためである。立体映像を映写するために 2 つのプロジェクターから画像を重ねて映写するデュアルプロジェクターは、2 系統の PC で別々の処理をした映像を安定して重ねて利用することができる。

4. おわりに

ポータブルの LED プロジェクターが普及し、低価格化と使いやすさの向上が進んでいる。教室程度の空間規模であれば、プロジェクターは、据え付けばかりでなく、懐中電灯のように自由に取り扱える光源とみなしてもよくなるかも知れない。教師の安全指導のもと、生徒の創作表現の手法のひとつとしても採用可能になるかもしれない。PM の教育利用やその効果の調査は今後の課題である。PM 自ら物体に光をあてる活動を通じて、われわれはその反射光から視覚世界を認識しているということの実感が得られるのではないか。

1. プロジェクションマッピング協会 <http://www.projection-mapping.jp>
2. ARToolKit <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
3. OpenNI <http://www.openni.org>
4. 3Gear systems (ジェスチャーインタフェース) <http://www.threegear.com>
5. Vocaloid Promotion Video Project <http://www.geocities.jp/higuchuu4/>
6. ソフトウェア Resolume <http://www.projection-mapping.jp/resolume/>

科学体験を基にしたデザイン教育体系の構築

高木隆司¹、大内克哉²、水野慎士³

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

²神戸芸術工科大学, 〒651-2196 神戸市西区学園西町 8-1-1, ouchi@kobe-du.ac.jp

³愛知工業大学情報科学部, 〒470-0392 豊田市八草町八千草, s_mizuno@aitech.ac.jp

System of Design Education Based on Scientific Experiences

Ryuji Takaki¹, Katsuya Ouchi², Shinji Mizuno³

Abstract: Authors' attempt to construct an educational system for students of art and design is introduced. This activity has been made since 2004 by Takaki, and since 2009 with cooperation of Takaki and Ouchi. The third author, Mizuno, joined recently for cooperation in developing software for this educational system. In this paper, the whole structure of educational system is explained, and some examples of students artworks are shown as results of this educational activity.

Keywords: Design education, Scientific experience, Natural law, Sustainable design

1. 導入

筆者らは、2013-2015年の期間、本論の表題と同じ課題名で科学研究費補助金（挑戦的萌芽研究）の交付を受けることになり、その活動を始めている。この主旨による教育活動は、2004年以来、第1著者（高木）が神戸芸術工科大学で行っており、2009年以降は第2著者（大内）との協力で実施してきた。科学研究費による活動では、第3著者（水野）が教材のソフトウェアの開発について加わるようになった。以下では、今までに行った教育内容を整理して再構築した教育体系の概要を述べ、その中の2、3のテーマについて、教室での指導の概要と学生の作品を紹介する。

2. デザイン教育体系

表1は、学部初学年用の2つの科目、および学部上級あるいは大学院用の科目の内容を示す。いずれも15回の授業内容を含み、自然現象（形）の観察や図形の処理が主な内容で、実験やワークショップをとまなっている。

これらは、それぞれ神戸芸術工科大学で実施している科目「形の科学」「力学とデザイン」「芸術工学論B」（大学院科目）に対応している。なお、第1著者は武蔵野美術大学でも、非常勤講師として「シナジェティクス」という学部3年生向けの授業を担当しており、そこでは主にCの内容を扱っている。

表1. 科学体験に基づくデザイン教育体系の内容。

主旨	A. 形の理解 学部初級（形の理解）	B. 形の応用 学部初級（形の応用）	C. 形の創造 学部上級・大学院（形の創造）
形の基本	A1. 形の科学導入 A2. 線・面・立体 A3. 曲線と曲面	B1. 対称性と文化の関係 B2. 比率と黄金比 B3. 周期性とゆらぎ	C1. 対称性とカイラリティ C2. 比率と黄金比葉序 C3. 自己相似性とフラクタル
空間分割/ 構造と機能	A4. 平面分割 A5. タイルと壁紙パターン A6. 空間分割	B4. 剛性と可動性 B5. 中空構造 B6. 折り紙の造形	C4. 準結晶タイリング C5. 空間分割と建築 C6. 3次元折りたたみ
形の形成機構	A7. エネルギーと極小曲面 A8. 成長によって生じる形 A9. 生物の形（遺伝情報）	B7. 力のつりあいによる形 B8. 共振現象と構造物 B9. サイズの問題（恐竜）	C7. 平衡形の形成機構 C8. 弾性体の造形 C9. 成長形の形成機構
流れの パターン形成	A10. 流れの性質 A11. 熱の造形 A12. 川の分岐	B10. 渦の造形 B11. 流れと流線形 B12. 粉体の挙動	C10. 分岐系の形成機構 C11. 乱雑さの生成 C12. 電気泳動と調和関数
音と光/ 生物と動的構造	A13. 時間と音楽 A14. 光の性質 A15. 錯視	B13. 歩行と遊泳 B14. 動物と植物の飛翔 B15. ダ・ヴィンチについて	C13. 偏光の応用 C14. 画像の評価 C15. 重力による動的構造

3. テーマの内容と学生の作品—C2（黄金比葉序）と C10（分岐系の形成）

多くの植物は黄金比葉序に従っている。授業では、黄金比葉序について説明した後、ヒマワリらせんを作図した。まず、糸の一端を丸鉛筆に結び、他端を輪にする。紙の中央にピンを立てて、それに糸の輪をはめ、糸がピンと張るようにしてピンのまわりに動かすとアルキメデスが描ける。次に、らせんに沿って 137.5° だけ回ったところに次々に点を打っていく。これらの点の近いもの同士をつないでいくと、ヒマワリらせんが描ける（図1）。右巻き、左巻きのらせん群のどちらかが 5 本、他方が 8 本できる（これらはフィボナッチ数）。そのあとで、ヒマワリらせんをデザインに応用する宿題を出した。図2は、その2例である。

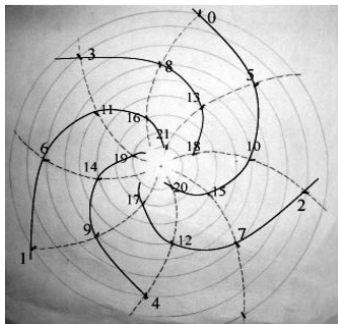


図1. 作図したヒマワリらせん 図2. 左：バッグ（井上 2001）、右：庭園デザイン（長濱 2007）

川の分岐系には、ホートンの法則と呼ばれる法則性がある。源流（1 次）から本流に向けて各支流に次数づけをすると、各次数の支流の数が一定の比で減少するというものである。各支流がランダムな向きを変える、および 2 つの支流が出会えば必ず合流するという 2 つの仮定を置いてシミュレーションをすると、この法則が成り立つことが知られている。C10 の授業では、方眼紙上のいくつかの源流から出発した流れについて、サイコロを振って向きを変え、合流させながら川の分岐系を作成した。図3は、その1例と、それがホートンの法則を満たすことを確認したグラフである。図4は、この体験を基にして制作した宿題作品である。

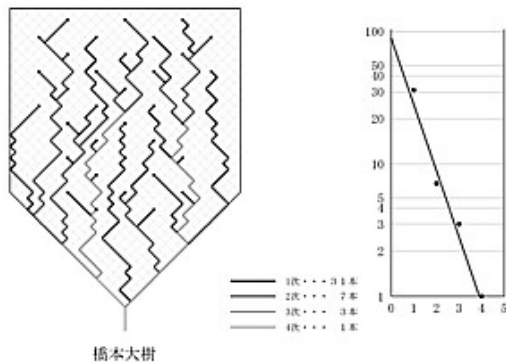


図3. 分岐系の作成とホートンの法則の確認（橋本 2005）



図4. 分岐系の活用。左：遠藤 2007. 右：松芳 2005

4. あとがき

これらの宿題作品を見ると、学生は必ずしも「ヒマワリの花」「川」という自然にとらわれず、自由にデザインしていることがわかる。しかしながら、厳密な規則に従うヒマワリらせんも、ランダムな過程を含む川の分岐系も、一種の魅力を持ち、しかも人間がフリーハンドで描くことは困難であることも実感しているはずである。学生は、この活動を通して自然のしくみに触れることを楽しんでいた。この体験が、持続性社会を保障するデザインを生むための素養の形成につながることを期待される。

参考文献：高木隆司、大内克哉：「芸術工学論 B への招待」、神戸芸術工科大学、2012

筆を持たない芸術家 岡倉天心の原点——横浜時代の英学・漢学修業

杉本 剛

神奈川県大学：〒221-8686 横浜市神奈川区六角橋 3-27-1

sugimt01@kanagawa-u.ac.jp

**The Origin of Tenshin Okakura, the Artist without the Paintbrushes:
His Schooling in English and Chinese during Yokohama Years**

Takeshi Sugimoto

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

Abstract: Tenshin Okakura (1863-1913) is the actual founder of Tokyo University of the Arts. He is called the artist without the paintbrushes; that fame tells us he is not a mere curator but an artist in his heart and mind. He was born and bred in Yokohama where he had been endowed his primary education in English and Chinese; this study is the summary of the facts and the legends about his younger days (1863-1873) with his mother's funeral data published for the first time.

Keywords: Creativity Literacy, Immersion Learning, History of Art, History of Yokohama

1. いとぐち

岡倉天心(1863-1913 年)は、東京芸術大学の実質的創始者である。「筆を持たない芸術家」と横山大観が評した天心は、近代日本の創造性教育の祖である。残した著書三冊がすべて英文という特異な業績をもつ天心は、幼い時から英語の正則教育(ネイティブによる語学教育)を受け、母の死後はその菩提寺に預けられて四書五経の漢籍にも親しんだ。彼の思考の礎を築いた横浜時代(1863-73 年)に受けた教育について、その真実と虚構とを見極める。

なお、明治の改暦により、天保暦の明治 5 年(1872 年)は 12 月 2 日までで、その翌日からはグレゴリオ暦の明治 6 年(1873 年)1 月 1 日となる。本稿では新暦表記に統一した。

2. 裏付資料

岡倉家に関する資料については、系図が伝えられるほか、岡倉天心全集第 8 巻(1981 年; 平凡社)の年表に引かれている「横浜商店事情書(1862 年; 福井藩生産局あて)」および「人別帳(1866 年; 横浜本町五丁目)」がある。また、橋本玉蘭斎(貞秀)編・画「横浜開港見聞誌」前篇上(1862 年; 版元不詳)の六丁裏-七丁表および十三丁裏-十四丁表には、天心の父が切盛りする石川屋の賑わいが活写されている。

一方横浜時代の天心に関する資料は、写真をはじめ何も存在しない。関係者の証言が回顧録にて伝承されているにすぎない。通ったとされる英語塾・高島学校などの資料は火災などの事故により消失したか、そこに天心との関わりが残されていないかである。

父の再々婚後に天心が預けられ漢籍を学んだ長延寺に赴いて、取材する機会が 2012 年 10 月にあり、雲居玄道 住職から教示していただいた事実を記す。東海道は神奈川宿の江戸見附側にあった長延寺と福井藩から開港直後の横浜に移り住んだ岡倉家の縁は、浄土真宗と商家とのつながりであった。今も残る過去帳の記載は次のとおり：

「明治三年 孝了 四月三日 本五 石川屋 全右衛門 この 三十七」

ここで、「孝了」は母このの戒名で、「本五」とは本町五丁目のことである。記録された日

付から、母このが妹てふを産んだのと同じ日に産褥熱がもとで死んだことがわかる。三十七とは死亡時の母このの年齢である。長延寺の境内には母このと兄の港一郎(戒名は宗岳)の墓が現存する。墓碑銘を図1に示す。長延寺関係者による天心関連の伝承は「遷山二十周年・第十六世住職継職奉告記念」(1987年;海見山長延寺;pp.112)に詳しい。

3. 関係年表

- ・1863年2月14日 岡倉角蔵 横浜本町五丁目に誕生。のち覚三と改名。天心は号。
- ・1869年4月 角蔵 外国人居留区にある J. H. Ballagh の私塾に通い英語を学ぶ。
- ・1870年5月3日 妹てふ誕生。母この死す。このは長延寺に葬られる。
- ・1871年 初夏(?) 角蔵 長延寺に預けられ、玄導和尚より漢籍の手ほどきを受ける。
- ・1872年1月18日 伊勢山下に高島学校開設(幼学舎付設)。角蔵 英語を学びに通う。
- ・1873年 初夏(?) 廃藩置県に伴い石川屋廃業。岡倉家は東京日本橋蠣殻町へ移住する。
- ・1874年12月9日 金星過日。米国隊@長崎;仏隊@長崎&神戸;墨隊@横浜。

4. 人物抄録

- ・岡倉勘右衛門(1820-1896年):天心の父。福井藩の軽輩だったが、算盤上手を認められ藩命により横浜で外国人相手の生糸商・石川屋を営み、福井藩を経済的に支えた。覚右衛門、全右衛門、金右衛門、潜右衛門などとも称する。連句を嗜む。
- ・岡倉この(1834-70年):天心の母。勘右衛門の二人目の妻。旧姓は野畑(または濃畑)。
- ・雲居玄導(?-1907年):1851年から長延寺の第十世住職を務める。天心を預かり漢籍を授けたころは、壮年期初期であった(伝えられる肖像写真は晩年の姿)。その学識は、増上寺から聖典編纂のために招聘されるほどであった。その書からは芸術家の一面も垣間見える。
- ・高島嘉右衛門(1832-1914年):幕末明治の怪商。横浜の埋立て事業・ガス会社開設など手掛ける。洋学を授ける高島学校(藍謝堂)を設置した。高島易断の創始者でもある。
- ・James Hamilton Ballagh (1832-1920年):米国人宣教師で、横浜バンドの立役者。1861年来日。自ら主宰する私塾および高島学校で天心に英語を教えたと伝えられる。
- ・John Craig Ballagh (1842-1920年):米国人教育者で、Jamesの弟。英学教育のために1872年来日。高島学校で天心に英語を教えたと伝えられる。なお、彼がヘボン塾を引き継ぎ、バラ塾として主宰することになったときには、岡倉家はすでに横浜を離れていた。

5. むすび

開港間もない横浜で、藩の体制維持のため商いにいそしむ父に英学を促されて、外国人居留区の英語塾に通う6歳の少年;妹の誕生と引き換えに母を失い、その菩提寺に預けられて漢籍に挑む8歳の少年;神奈川宿と横浜との間に広がる袖ヶ浦の海を貫く Causeway (埋立て土手道)一里を、ひとり歩いて往復する少年:角蔵の学は成ったのだろうか。もちろんである。天心として、世界を相手にする日本人となる。

ところで、角蔵少年は1874年の金星過日を見ただろうか?

福井藩 岡倉全右衛門	 釈尼孝了 墳 明治三庚午歳 四月上旬三日	釈宗岳 明治八年三月二十六日
---------------	---	-------------------

図1. 長延寺の岡倉このの墓
(左側面・正面・右側面)

肝類洞の立体構造の複雑さを推測できる2次元指標

清水 英男

湘南厚木病院・病理診断科, 〒243-8551 神奈川県厚木市温水 118-1

hshimizu@shonan-atsugi.jp

2D Index Estimating the Complexity Degree of 3D Hepatic Sinusoidal Structure

Hideo Shimizu

Department of Pathology, Shonan Astugi Hospital, Nurumizu, Atsugi,
Kanagawa 243-8551, Japan

Abstract: A two-dimensional index was proposed based on Alexander duality theorem to perform rapid structural analysis of the three-dimensional hepatic sinusoidal network. The index means the number of sinusoidal profiles in a given area on a single tissue section.

Keywords: Hepatic Sinusoids, 3D Structure, Complexity Degree, 2D Index, Alexander Duality Theorem

1. はじめに

肝類洞は立体的に網目状の微小血管網である。一方、肝細胞は胆汁を産生し分泌するという外分泌腺であるにもかかわらず、通常の外分泌腺と異なり、その胆汁を運ぶ導管が肝小葉内には非常に少ない。そのため肝細胞は胆汁を産生するだけでなく、その胆汁を肝小葉の縁にある導管(胆管)まで、肝細胞の細胞膜間の小さな隙間を通して運ばなければならない。そのため正常肝の末梢域(肝小葉内)は、類洞と肝細胞索(立体的な網目状構造)の2者により空間が充填されている。その状況は肝硬変や肝細胞癌においても同様である。

2. 1次元ベッチ数による肝類洞立体構造の複雑さの定量化

類洞の各枝に対してそのほぼ中央を通る線、分岐部と検索領域の端に点を対応させと、空間内の類洞のつながり方を抽出した点と線よりなる図形を作ることができる。図形の点の数を n , 線の数 b とすると、図形において次のオイラー・ポアンカレの式が成立する。

$$n - b = p_0 - p_1$$

p_0 は0次元ベッチ数といわれ、図形の連結成分の数を表している。 p_1 は1次元ベッチ数といわれ、図形における独立なサイクル(cycle, 閉路)の数を表している。図形の n , b , p_0 を測定し上式に代入し、 p_1 を算出する。

3. 正常肝、肝硬変、肝細胞癌における類洞の立体構造の違い

ヒトの正常肝5例、肝硬変10例、肝細胞癌10例について、 $200 \times 200 \times 80 \mu\text{m}^3$ の領域内に存在する類洞の p_1 を求めた。その結果、類洞の p_1 の平均($\pm$ S.D.)は、正常肝で 181.2 ± 23.9 , 肝硬変で 84.9 ± 19.1 , 肝細胞癌で 46.5 ± 33.0 となり、どの二群間でも統計的に有意な差がみられた($p < 0.01$)。なお、検索領域内にある類洞の体積の平均は、三群間で有意な差はなかった[1]。すなわち、肝硬変の類洞は正常肝の類洞に比べて粗く疎であり、肝細胞癌の類洞は肝硬変の類洞に比べてさらに一層粗く疎であることが定量的に示された。

このように組織の連続切片から p_1 を求めるためには、多大の時間と労力を必要とする。

それゆえ、なんとか一枚の切片だけから、肝類洞の立体的なつながり方の指標である p_1 の多寡を推測できる方法がないものか、次に考えてみよう。

4. Alexander の双対定理

いま n 次元球面を $S^n = \{(x_1, x_2, \dots, x_{n+1}) \mid x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_{n+1}^2 = 1\}$, Π をその中にある中身の詰まった構造物とする。そのとき Π と $S^n - \Pi$ (S^n から Π を取り除いた図形) について、次のようなアレクサンダー (Alexander) の双対 (そうつい) 定理が成立する [2]。

$$R_p(S^n - \Pi) = R_{n-p-1}(\Pi) + \delta_{p,0} - \delta_{p,n-1} \quad (1)$$

ただし、 R_p は p 次元のベッチ数、 $\delta_{i,j}$ はクロネッカー (Kronecker) のデルタといわれるもので、 $i=j$ のときのみ $\delta_{i,j} = 1$ であり、 $i \neq j$ のときは $\delta_{i,j} = 0$ である。

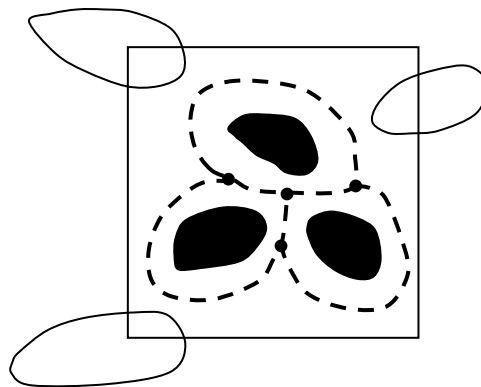
式(1)において、 $p=1$, $n=3$ を代入すると、 $\delta_{1,0} = \delta_{1,2} = 0$ であるため、

$$R_1(S^3 - \Pi) = R_1(\Pi) \quad (2)$$

となる。すなわち、 S^3 から Π を取り除いた図形の 1 次元ベッチ数と、 Π の 1 次元ベッチ数とが同じ値になる。式(2)において、 Π を検索対象の肝類洞とみなせば、 $S^3 - \Pi$ は類洞間を充填している肝細胞索あるいは肝癌細胞索になる。

5. 類洞の 1 次元ベッチ数を推測できる 2 次元指標

右図は一枚の組織切片の模式図である。黒く塗りつぶした島は、ある正方形の領域内にすっぽりと含まれた類洞の断面とする。白ぬきの島は、領域の端にかかった類洞の断面である。そうすると、領域内にすっぽりと含まれた類洞の各断面のまわりには、破線で描いた肝細胞索の立体的なサイクルが 1 個対応している。すなわち、一枚のみの組織切片から、肝細胞索の立体的なサイクルを数えることができるのである。



ただし、類洞の各枝は蛇行が少なく比較的真っ直ぐで、芽のような盲端や結び目はないものとする。一方、式(2)より肝細胞索の立体的なサイクル数と、類洞の立体的なサイクル数とは同じ値である。したがって類洞の立体的なサイクル数の多寡を、一枚の組織切片上の領域内に含まれる、類洞の断面の数で推測できることになる [3]。一枚の組織切片の領域内 ($400 \times 400 \mu\text{m}^2$) に存在する類洞断面の数の平均 ($\pm \text{S.D.}$) は、正常肝で 104.2 ± 13.1 、肝硬変で 77.0 ± 15.8 、肝細胞癌で 34.0 ± 10.7 となり、どの二群間でも統計的に有意な差がみられた ($p < 0.01$) [1] [3]。類洞の p_1 と、一枚の組織切片の領域内に存在する類洞断面の数 (N) の間には、良い相関がある (相関係数は 0.77)。すなわち、類洞の立体的なサイクル数の多寡を、一枚の組織切片だけから推測することができることを意味している [1]。

参考文献

- [1] Shimizu, H. (2012) 3D cell arrangement and its pathologic change, *Forma*, **27**, S9-S19.
- [2] Lefschetz, S. (1949) *Introduction to Topology*, Princeton Univ. Press, NJ, pp. 204-206.
- [3] Shimizu, H. and Yokoyama, T. (1994) Two-dimensional index as a measure to estimate the complexity degree of three-dimensional hepatic sinusoidal structure, *Forma*, **9**, 29-36.

立体映像視聴時における重心動揺の数値解析

吉川 一輝¹ 木下 史也² 高田 宗樹² 宮尾 克¹

1 名古屋大学大学院情報科学研究科情報システム学専攻

〒464-8601 名古屋市千種区不老町

2 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻

〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

yoshikawa.kazuki@f.mbox.nagoya-u.ac.jp

Numerical Analysis of Body Sway on Viewing a Stereoscopic Film

Kazuki Yoshikawa¹ Fumiya Kinoshita² Hiroki Takada² Masaru Miyao¹

1 Graduate School of Information Science, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku,
Nagoya 464-8601, Japan

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

Abstract: Stabilometry has been employed to evaluate this equilibrium function both qualitatively and quantitatively. Generally, it is thought that a transverse direction and a lengthwise direction are independent on stabilograms, and the Stochastic differential equation system is proposed as a mathematical model which body sway. However, a long stereoscopic film viewing correlation was seen by the agitation in the transverse direction and the lengthwise direction. In this Study, we examined the temporal change of an body sway viewing a long stereoscopic film.

Keywords: Stereoscopic Film, Body Sway, Stabilogram, Stochastic differential equation

1.はじめに

体平衡機能検査の1つとして施行される重心動揺検査は、平衡機能の総合的把握に対して有用である¹⁾。重心動揺検査は、ロンベルグ姿勢やマン姿勢などの立位による計測が一般的である。重心動揺検査を用いた立体映像視聴時に生じる映像酔いの評価の研究は行われているが、ほとんど立位姿勢による計測である。しかし、立体映像視聴による映像酔いは座位姿勢時に発生する例も多く、また長時間の映像視聴では疲労が生じ立位姿勢での計測が困難である。

動揺図において変数 x (横方向)と y (縦方向)は独立であると考えられており²⁾、重心動揺を記述するための数理モデルとして確率微分方程式

$$\frac{\partial x}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} U_x(x) + w_x(t) \quad (1)$$

$$\frac{\partial y}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial y} U_y(y) + w_y(t) \quad (2)$$

が提案されている³⁾。ここで $w_x(t), w_y(t)$ は白色雑音により生成された擬似乱数である。また、各方向の分布 $G_z(z)$ と確率微分方程式を構成する時間平均ポテンシャル $U_z(z)$ には以下の対応がある ($z = x, y$)。

$$U_z(z) = -\frac{1}{2} \ln G_z(z) + \text{const} \quad (3)$$

本研究では、長時間の立体映像視聴における重心動揺と確率微分方程式系から得られた数値解を比較することによって、立体映像視聴時の重心動揺を記述する数理モデルの妥当性を検討する。

2.方法

2.1 実験方法

耳・神経系疾患既往歴のない21-24歳の若年男性7名(平均、標準偏差:22.3歳、0.8)を対象に実験を行った。事前に実験の説明を十分にいき、書面にて了承を得た。実験は40インチディスプレイ(SONY, 東京)を被験者から1.5 mの距離に中心が被験者の

目の高さに合うように設置した。本研究では重心動揺計として Wii Balance Board (Nintendo, 京都) を用いた。高さ 60 cm の台の上に動揺計を設置し、座位姿勢で足底非接地、背もたれなしで計測を行った。映像視聴前に安静 10 分間をとり、pre の計測を行った。映像視聴開始後 20 分ごとに計 3 回の計測を行った。それぞれ 20 分時、40 分時、60 分時と表記する。重心動揺検査は開眼検査および閉眼検査を実施した。開眼検査時は映像を視聴したまま、閉眼検査時は映像を一時停止し計測を行った。

2.2 数値シミュレーション

本研究では、次の確率微分方程式を用いて重心動揺に関する数値シミュレーションを行った。

$$\dot{x} = -\text{grad } f(x) + \mu w \quad (4.1)$$

$$f(x) = ax^2 + bx \quad (4.2)$$

μ は雑音係数であり w は白色雑音を表す。MT 法⁴⁾にて擬似乱数を生成し、一様乱数 (0 ± 1 , 平均 $\pm$ 標準偏差) を与えた。また、パラメータ a, b は実験より得られた頻度分布から (3) 式に従って時間平均ポテンシャルを算出し、最小二乗法にて近似することにより確定した。本研究では映像開始後 20 分時の開眼検査の動揺図からパラメータ推定を行った。

3. 結果・考察

Fig.1 に実験で得られた結果および数値シミュレーションで得られた結果を示す。得られた動揺図より外周面積と総軌跡長を算出し、外周面積-総軌跡長平面にプロットしたものである。Fig.1 (a) は $\Delta t = 0.01$ であり、Fig.1 (b) は $\Delta t = 0.005$ である。2D 映像視聴時では、 $(\mu, \Delta t) = (6, 0.01)$ が最適な組み合わせであった。また、3D 映像視聴時では $(\mu, \Delta t) = (17, 0.005)$ が最適な組み合わせであった。 Δt を小さくするほどグラフの範囲に含まれる μ が増加した。このことは擬似乱数の滑らかさによって外周面積、総軌跡長の指標が大幅に変化していることを意味している。また、 μ を固定して Δt を小さくすると外周面積、総軌跡長は小さくなった。このことから、擬似乱数の滑らかさが時系列の振幅や時系列に付加されている乱数の振動数に影響することがわかる。2D 映像視聴時と 3D 映像視聴時では結果が大幅に異なっていた。このことより、重心動揺を記述する数理モデルは 2D 映像視聴時と 3D

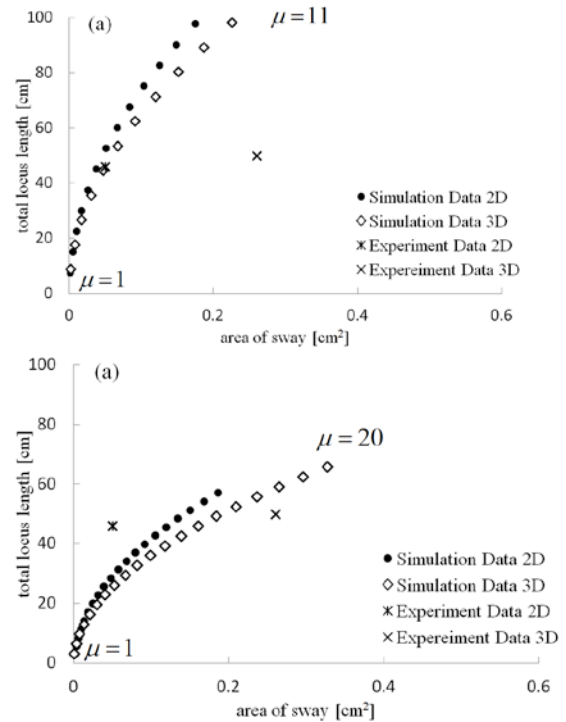


Fig.1 外周面積-総軌跡長平面での実験値および数値解析値の結果 (20 分時、開眼)

映像視聴時では大きく変化する可能性が示唆された。3D 映像視聴時の方が μ は大幅に増加しており、 Δt は小さくなっている。これらのことより、身体の動揺を構成するシステムの時間変化が異なっていることが示唆される。

参考文献

1. 大川剛, 時田喬, 柴田康成, 他 “重心動揺検査-単位面積軌跡長の意義-健常者における検討” Equilibrium Res 54, pp.296-306, 1995.
2. Goldie P.A., Bach T.M., and Evans O.M., “Force platform measures for evaluating postural control: reliability and validity”, Arch. Phys. Med. Rehabil 70, pp.510-517, 1986.
3. Collins J.J., and De Luca C.J., “Open-loop and closed loop control of posture: A random-walk analysis of center of pressure trajectories”, Exp. Brain Res 95, pp.308-318, 1993.
4. Matsumoto.M., and Nisimura.T. “Mersenne Twister : A 623-dimensionally equidistributed uniform pseudorandom number generator”, ACM Trans. On Modeling and Computer Simulation 8, pp.3-30, 1998.

蟻型群ロボットの目的地探索実験におけるローカル通信の可能性

高井 裕紀、原 翔太、高田 宗樹、平田 隆幸

福井大学大学院 工学研究科 知能システム工学専攻

〒910-8507 福井市文京 3-9-1

How does the local communication of ant type swarm robot work on searching the goal

Hiroki TAKAI, Syota HARA, Hiroki TAKADA & Takayuki HIRATA

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

Abstract Swarm intelligence has been attracted much attention of researchers in various fields. To design swarm robot is difficult because of too much degree of freedom. The social insects, such as ants, are good examples of sophisticated autonomous distributed system. Therefore, a cooperative behavior of ant colony give us a hit in designing a swarm robot. In this study, we modified the local communication of our ant type swarm robots using TinyH8/3694F. we discuss the possibility of local communication by carrying out the experiments using ant type swarm robots.

Keyword swarm robot, TinyH8/3694F, the contact communication module, multi-CPU

1. はじめに

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

本研究では、ロボット同士が直接接触することでデータ通信を可能とする、ローカル通信としての接触通信システムに注目した。メインCPUの負担を軽減させるため、接触通信機能をモジュール化し、目的地探索実験を通して、ローカル通信の可能性を議論する。

2. 汎用蟻型群ロボット

2.1. 汎用蟻型群ロボットの開発

群ロボットの特徴として、

1) 個々のロボットが安価ゆえ多数のロボット

を製作できる。

2) 協調行動により複雑な仕事の達成ができる。

3) 数台のロボットが故障しても群ロボット全体の仕事は影響を受けない(robustness)。

4) 汎用ロボットなので、多様な目的に使うことができる(flexibility)。

が挙げられる。本研究で使用する蟻型群ロボットをFig. 1に示す。

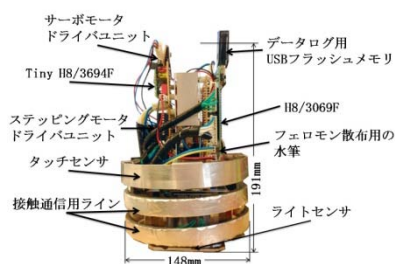


Fig. 1 Tiny 搭載蟻型群ロボット

2.2. 接触通信システム

接触通信システムは、通信ラインが物理的に

接触しているときのみデータ通信が行える[2]。それゆえ、データ通信中に離れてしまうと、通信に失敗するという問題点がある。しかし、数バイトの情報量のデータ通信を想定した場合、物理的に接触している間に、通信を行うことは可能である。また、社会性昆虫などの情報通信を模した群ロボットに搭載するというものを考えると、接触した場合 100%の確率でデータ通信が成功するという完全な通信システムである必要はない。

受信側、送信側を決める際、最初に接触を感知したロボットは、相手の送信状態の継続時間を計測する。接触通信システムでは、通信ラインの状態を一定の周期 T で送信・受信を切り替えている。それゆえ、計測した送信状態の継続時間が周期 T よりも短い場合、相手のロボットは、こちらのロボットの接触を感知していないことがわかる。その直後に、通信ラインを送信状態へとスイッチし、送信状態を $2T$ 以上保持することにする。そのときの相手のロボットの通信ラインの状態は、受信状態であるので、接触を感知しており、送信状態の継続時間を計測している。そして、計測した相手のロボットの送信状態の継続時間が T より長いことから、相手のロボットは既に接触を感知していると判断できる。このようにして、どちらが送信側(先攻)あるいは受信側(後攻)になるかを定めることが出来る。Fig. 2 にタイムチャートを示す。

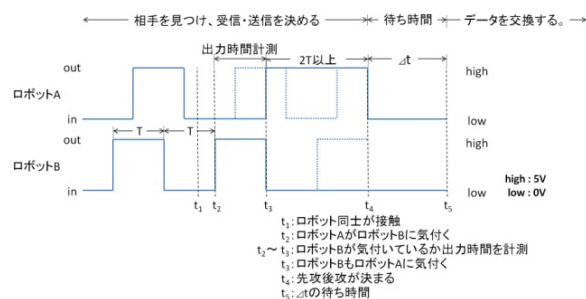


Fig. 2 受信側、送信側決定のためのタイムチャート

3. 接触通信システムのモジュール化

蟻型群ロボットに搭載するサブCPUとして、秋月電子社製のTinyH8/3694Fを採用した。

現在、メインCPUであるH8/3069Fはセンサ系の制御、ステッピングモータドライバ・サーボモータドライバへの命令を行っている。また、センサ系の中でも接触通信部はタイマ機能を用いて常に約 $300 \mu s$ 毎に反応を確認している状況である。この処理をTiny H8/3694Fを使用したマルチCPU化によって、接触通信システムのモジュール化を行うことで、メインCPUの負担を大幅に軽減させることが可能である[3]。ロ

ボットの衝突角度を変えたときの接触通信の成功確率をFig. 3 に示す。

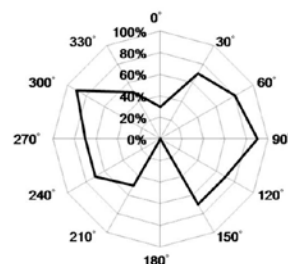


Fig.3 ロボットの衝突角度を変えたときの接触通信の成功確率

4. 餌場探索実験

餌場探索実験は 6 台の蟻型群ロボットを用いて行う。本実験は、接触通信による餌場の探索が目的のため、フェロモン散布用水筆を用いたフェロモン場の形成は行わない。実験フィールドは 2100mm 四方とする。フィールドには任意の大小 2 か所黒い部分があり、大きい方を巣、小さい方を餌場に見立てている。5 台と 1 台に分け、5 台の出発地点は巣とし、20 秒ずつ時間差をつけて餌場の探索に出発する。また、1 台は餌場を発見し、巣へ帰巣行動を取っていると見立て、餌場と巣の座標を認識した状態で餌場から帰巣させる。餌場探索実験は、餌場から出発した蟻型群ロボットが餌場の座標を他の蟻型群ロボットと接触通信を用いて通信を行い、1 台でも餌場を発見した時点で餌場探索実験を終了とする。

5. 議論

ローカル通信としての接触通信システムをTinyH8/3694Fを用いることで、モジュール化に成功した。また、モジュール化によりメインCPUの自由度が増え、使用可能なI/Oポートの数も増えたため、今後の蟻型ロボットの設計に関して幅が広がったといえる。そして、接触通信システムを用いた餌場探索実験を通して、マルチCPUによって得られた蟻型群ロボットの可能性を議論する。

参考文献

- [1]. E. Bonabeau, M. Dorigo, G. Theraulaz. Swarm Intelligence. Oxford Univ. Press, New York, 1999.
- [2]. 平田隆幸, 川地秀幸, "群ロボットにおける接触コミュニケーションシステム" 福井大学工学研究科報告, 第55巻, 61-65, 2006.
- [3]. 高井裕紀, "汎用蟻ロボットの開発-マルチCPUによるインテリジェント化-" 福井大学工学部卒業論文, 2011.

ZigBee を搭載した群ロボットを用いた目標探索における 集中管理型制御と自律分散型制御の比較

増田善紀*, 高田宗樹, 平田隆幸

福井大学大学院 工学研究科 知能システム工学専攻, 福井市文京 3 丁目 9 - 1

*e-mail: masudayoshinori52@gmail.com

Comparison between the autonomous distributed control and the centralized control in the target search by swarm robots with ZigBee

Yoshinori Masuda, Hiroki Takada & Takayuki Hirata

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

Abstract: Swarm intelligence has attracted much attention of researchers in various fields. A swarm robot is one of the autonomous distributed systems. Swarm robots achieve the complicated task that the individual member cannot complete without cooperation. In this study, swarm robots equipped with ZigBee module are made. Wireless communication gives us new future of swarm robots. We carried out the target search experiments by the swarm robots.

Keywords: optimization, path formation, swarm robots, swarm intelligence, wireless communication

1. はじめに

近年、自律分散システムを応用した群ロボットが群知能の研究として注目を集めている。群ロボットには、相互作用する小型ロボットが用いられ、一般的に個々のロボットの性能は高くないが、それぞれが相互作用を行い、協調行動をとることにより、単独のロボットでは達成できないような仕事を行うことを可能にする。

群ロボットには、次のような特徴がある。

1) 個々のロボットに高度な能力を要求しないため、ロボットを安価に製作可能である。2) 安価ゆえ、多数のロボットを製作できる。3) 多数のロボットが協調行動を行い、複雑な仕事を達成することができる。4) 一台、あるいは数台のロボットが故障しても、仕事を中断せず継続することができる (robustness)。5) 用途を限定しないためプログラムを変更することで複雑な環境に適応させることができる (flexibility)。このことから、火災現場などの極限状態での活躍が期待されている [1]。

2. 群ロボット

本研究で使用したロボットを Fig. 1 に示す。我々の製作したロボットは、自律分散型ロボットとして動作する。CPU には、秋月電子通商 H8/3069F USB ホストボードを搭載しており、USB フラッシュメモリが接続可能で、ロボットの軌跡などをログとして保存することができる。本研究では、ロボットに XBeeZB モジュール XB24-Z7PIT-004(PCB アンテナタイプ)を搭載した。

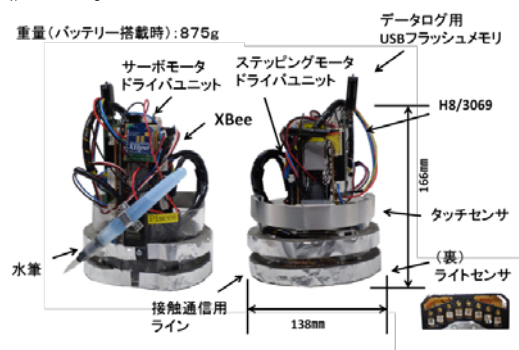


Fig. 1 ZigBee を搭載した群ロボット

3. ZigBee

ZigBeeとは、ZigBeeアライアンスが定めた無線通信方式の規格である。ZigBeeが構成できるネットワークの形態をFig. 2に示す。XBeeモジュールは、コーディネーター、ルーター、エンドデバイスのうち、いずれかの役割を担う。複数の端末が存在する場合、管理者の役割であるコーディネーターはネットワーク上に必ず一台存在する。コーディネーターが故障した場合、ネットワーク上の別の端末がコーディネーターの役割を代わりに担う^[2]。このモジュールの利点として、最大 65535 個の端末がネットワークに参加できることから、実験に使用する群ロボットの台数を増やすことが容易である。また、室内約 40 m、屋外約 120 m の範囲で通信が行えることから、実験室での群ロボット実験に最適な端末であるといえる。

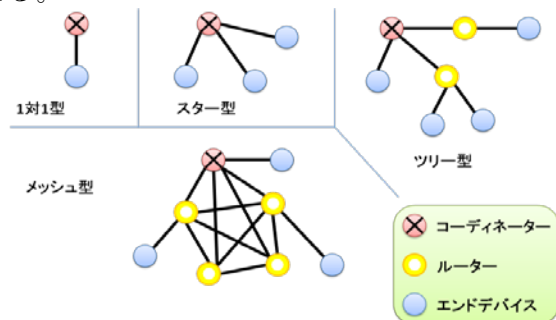


Fig. 2 ZigBee の構成できるネットワークの形態の例

4. 目標探索実験

我々が製作した群ロボットは蟻を手本としており、2つのコミュニケーションの手段を持っていた。1つは、グローバルコミュニケーションとして、水筆と水筆用紙を使用した、疑似フェロモンを介した情報伝達である。もう一つは、触覚によるローカルなコミュニケーションを模した接触通信である。

本研究では、製作した群ロボットにXBeeZBモジュールを搭載したことにより、新たな通信手段を付け加えることができた。このことにより、自律分散システム、および集中管理システムとしても使用できるように拡張された。

本研究で探索を行うフィールドは、縦 210cm×横 210cm のフィールドである。実験例を Fig. 3 に示す。このフィールドを複数台のロボットで探索する。各ロボットはこのフィールド内にある目標物を発見する

までの移動した場所やルートをマップ情報として記録する。その記録されたマップ情報を基にロボットは行動を行う。また、生成されたマップ情報は、ZigBee を介して送受信される。実験中、ロボットの位置の計測は、フィールドの上方に設置したビデオカメラで撮影することにより行う。

本研究では、2種類の方法で目標探索を行う。1つは PC を使わない自律分散システムによる探索である。もう1つは PC による集中管理システムによる探索である。集中管理システムは、目標探索により生成されるマップ情報を、PC に送信することで情報の集中管理を行う。PC により受信されたマップ情報は統合される。統合されたマップ情報は、探索中の全ての群ロボットに送信され、マップ情報が更新される。この集中管理システムによる探索と自律分散システムによる探索の比較を行う。

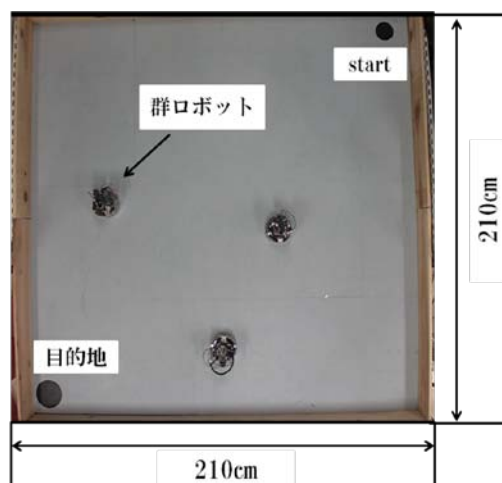


Fig. 3 ZigBee を搭載した群ロボットによる目標探索の実験例

5. 議論

本研究では、ロボットに XBee モジュールを搭載することでロボット間の通信のワイヤレス化に成功した。講演では、目標探索におけるマップ情報の共有に関する実験を踏まえ、群ロボットの新たな可能性を見だし、集中管理システムと自律分散システムの効率の違いを議論する。

参考文献

- [1] 大場公隆：群ロボットにおける協調行動，福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻修士論文(2009)
- [2] トランジスタ技術 2012 年 12 月号 特集ワンチップ・センサ×無線で I/O

群ロボットによるランダムウォークとカオスを使ったターゲット発見実験における アルゴリズムの比較

原翔太、高井裕紀、高田宗樹、平田隆幸

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

e-mail: show020801@yahoo.co.jp

Comparison of the algorithms in target discovery experiments with chaos and random walk by swarm robots

Shota HARA, Hiroki TAKAI, Hiroki TAKADA & Takayuki HIRATA

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

Abstract

The autonomous distributed systems were investigated in various fields. Swarm intelligence is one of autonomous distributed systems. Swarm robots have attracted much attention as a system with the entity in swarm intelligence. In the study of swarm robots, collective action of social insects, such as ants and bees, give us a hit to design swarm robots. Here, the robot's searching algorithms are discussed.

Keyword logistic model, swarm robots, target search

1. はじめに

近年、自律分散システムとしての群知能の研究が注目を集めている^[1]。そして、群知能の中で実体を持ったものとして、群ロボットの研究がある。群ロボットの研究には、ロボットの設計において大きな自由度が存在する^[2]。ここでは、社会性昆虫である蟻を手本にしたフェロモン場を介したグローバルな情報伝達と、接触した際に情報を通信するローカルな情報伝達能力を有した小型ロボットを製作した^[3]。

蟻は10万個ほどのニューロンをもっており、ニューロンは非線形情報処理素子である。非線形システムの興味深い特徴の1つは、カオスである。最も簡単なカオス力学系にロジスティック写像がある^[4]。ここでは、コントロールパラメータによる解の分岐現象を示すロジスティック写像をつかってロボットの挙動を決定する。そしてランダムウォークによる探索とロジスティック写像による探索を行い、その比較を行う。

2. 群ロボットの開発

群ロボットには、以下のような特徴がある。1) ロボットを安価に製作できる。2) 安価ゆえ、多数のロボットを容易に製作できる。3) 多数のロボットが協調行動を行い、複雑な仕事を達成することが可能である。4) 数台のロボットが故障しても、群ロボット全体の仕事は影響を受けない。5) 用途を限定し特殊化したロボットではないため、様々な作業をこなせるという柔軟性がある。本研究で使用したロボットを Fig. 1 に示す。

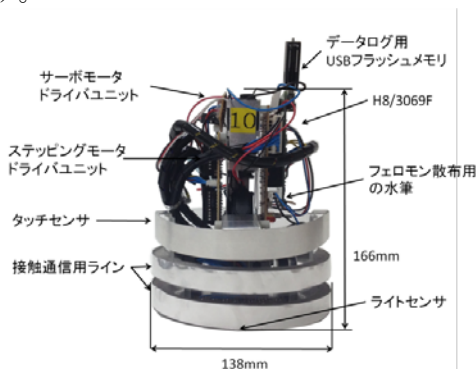


Fig. 1 蟻型群ロボット

3. ターゲット発見実験

本実験では、複数台のロボットを用いてターゲット探索実験を行う。ロボットがターゲットと接触した時点で実験を終了とする。ターゲットとしてフィールド上にロボットを設置する。このときターゲットとなるロボットの動きとして、ランダムウォークとカオスアルゴリズムを搭載したものとの 2 つの時空間パターンを比較する。本実験は 210cm×210cm の壁に囲まれたフィールドで行う。探索において、ロボットにランダムウォークをさせた場合と、カオスアルゴリズムを搭載させた場合によるアルゴリズムの比較、および結果の考察を行う。

4. 2つのアルゴリズム(カオスとランダムウォーク)

4.1. ランダムウォーク

ロボットの進行方向は、前進、右 90° 回転後前進、左 90° 回転後前進の 3 方向であり、正方格子点を等確率で移動する。このときランダムウォークの 1 ステップは 10cm とした。

4.2. カオスアルゴリズム(ロジスティック方程式)

ここでは最も簡単な非線形システムでありながら多様な挙動を示すロジスティック方程式(1式)をロボットの挙動アルゴリズムに適用した。

$$X_{n+1} = rX_n(1 - X_n); 0 \leq X_n \leq 1.0 \quad (1)$$

ここで、 r はコントロールパラメータである。このロジスティック方程式の振る舞いは、 r の値に依存する。 r の値の増加に伴い、 X_n の値が単調に収束、2 周期振動、 2^n 周期振動となっていく、 2^n 周期振動となる特徴がある。そして $r = 3.56995... \approx 3.57$ を超えるとカオス(非周期解)となっていくことが知られている。ロジスティック方程式の分岐図を Fig. 2 に示す。

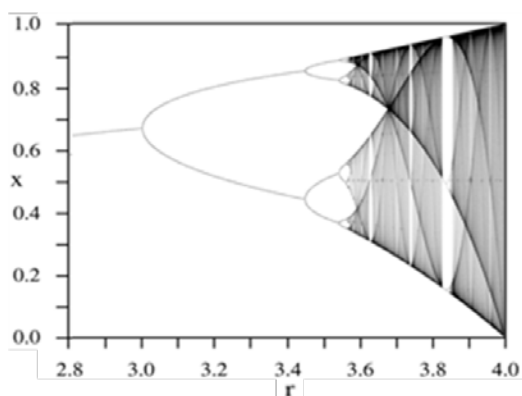


Fig. 2 ロジスティック方程式の分岐図

ロジスティック方程式の X_n の値によって、ロボットの動作パターンを決定する。ここで用いた X_n の値とロボットの動作パターンを Table 1 に示す。ここで初期値は $X_0=0.1$ とした。初めに n の値を決めて、ロボットにロジスティック方程式を計算させる。ロボットは導きだされた X_n の値に従い、Table 1 が示す動作を行う。そして、 n の値を大きくしていき、繰り返しロボットに計算させ、動作させる。またこの方程式は、コントロールパラメータ r の値によって X_n のとりうる値が違ってくる。このことから、ロボットの動作パターンを変更できる。そこで r の値の切り替えを行えるようにした。探索ロボット同士が接触したときに通信を行い、通信が成功した場合に限り、 r の値が切り替わる。ロボットの 1 ステップは 10cm とした。

Table 1 X_n の値とロボットの動作パターン

行動パターン	ロボットの動作
$0 \leq X_n < 0.2$	右 45 度回転そして前進
$0.2 \leq X_n < 0.4$	右 15 度回転そして前進
$0.4 \leq X_n < 0.6$	前進
$0.6 \leq X_n < 0.8$	左 15 度回転そして前進
$0.8 \leq X_n \leq 1.0$	左 45 度回転そして前進

5. 議論

ランダムウォークによる探索とカオスアルゴリズムによる探索の比較を行った。このことから、各探索における計測時間、アルゴリズムの有効性、探索するロボットとターゲットとなるロボットの台数による比率によって及ぼす影響を議論した。今後、これらのことを優れた探索アルゴリズムの構築や最適化に関連づけたい。

参考文献

- [1] 長田正, 石川正俊, 浅間一, 自律分散をめざすロボットシステム, オーム出版 pp.32-53(1995)
- [2] 大場公隆, 群ロボットにおける協調行動, 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻修士論文(2009)
- [3] 川村秀憲, 生命複雑系からの計算パラダイム, 森北出版, pp.1-81(2003)
- [4] 諸屋博, シナプス学習のダイナミクスと Hodgkin-Huxley ネットワーク, 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻修士論文(2008)

Kinect センサによる剣道支援システムの構築

- 面打ち、小手打ち、胴打ちパターンの認識 -

後藤 淳、高田 宗樹、平田 隆幸

福井大学大学院 工学研究科 知能システム工学専攻

〒910-8507 福井市文京 3-9-1

juunuu@gmail.com

Construction of the Kendo Teaching Support System with Kinect sensor

-Pattern recognition of Men strike motion of Kendo-

Jun Goto, Hiroki Takada, Takayuki Hirata

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

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

Abstract : The purpose of this study is to construct the Kendo instruction support system. We constructed the three-dimensional body motion measurement system by using the Kinect. The stick pictures are constructed from the data obtained in the experiment. We discussed pattern matching algorithm of typical three Kendo body motions, i. e. Men, Kote, Do strikes.

Keywords : Kinect, Kendo, Body Motion, Pattern Recognition

1. はじめに

Microsoft社のゲーム機器Xbox360の入力デバイスとして開発されたKinectは、リアルタイムでの三次元位置計測が可能である。Kinectは身体を使ったゲームの入力デバイスとして開発された機器であり、その安価でかつ高精度な三次元位置計測機能が注目されている^[1]。

本研究では、Windows用のKinectを使用し、身体運動計測システムの構築、応用を目的とする。Kinectの持つ三次元位置計測機能は、本来の目的である身体を使ったゲームの入力デバイスという成り立ちから、身体を多関節の剛体リンクモデルとしたスケルトンモデルとしての三次元位置計測が可能である。この特徴を生かし、身体運動の計測、及び特徴の抽出を行う。

平成24年度からの、中学校における武道の必修化にともない、剣道への関心が高まっていることから、本研究では剣道の打ち込み動作の計測を行った。Kinectのもつ手軽さという長所を義務教育での指導支援に生かすため、システムについて議論していく。

2. Kinectによる運動計測

2.1. Microsoft社製Kinect

Kinect は RGB カメラ、赤外線プロジェクタ、赤外線カメラ、指向性マイクが搭載されており、

これらのセンサからカメラ画像情報、深度情報を即時に取得することが可能である(Fig. 1 参照)。またMicrosoft社から提供されるソフトウェアを利用することで、人物の骨格追尾(スケルトントラッキング)が可能となる。これらの機能を用いることにより、Kinectは高度な三次元位置計測が可能である^[2]。



Fig. 1 Kinect のもつセンサ

2.2. Kinectによる運動計測

Windows 用の Kinect を用いて運動計測を行った。実験の模式図は Fig. 2 に示す。被験者には竹刀を持たない「手刀」での打ち込み動作を行わせた。予備実験では竹刀を用いた計測も行った、しかし Kinect の作るスケルトンの腕の長さが異常に長くなることを確認することができた。これは Kinect が手と奥行きが同じ竹刀を腕と認識したためと考える。この理由から計測には「手刀」での打ち込み動作を採用した。Kinect の正面 3 m の

位置に立たせ、剣道中段の構えから、面打ち、小手打ち、胴打ちを行わせる。それぞれの動作をKinectにより撮影し、関節座標を出力することで計測を行う。左側面、右側面、正面から計測を行うことで、打ち込み動作ごとの認識しやすい角度を調べた。

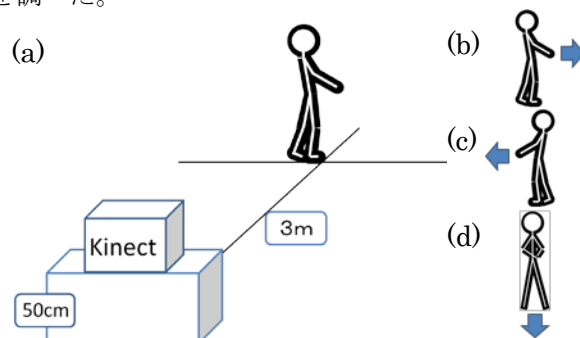


Fig. 2 実験の模式図、全体の配置を(a)に示す。

被験者の動きの計測時の向きを(b)~(d)に示す。

3. 打ち込み動作の判別

計測で取得した座標データから打ち動作の違いを捉える。始めに、座標データから2次元スティックピクチャーを作成する。Kinectでは20点の座標データからスケルトンモデルを作成している^[3](Fig. 3参照)。本実験では、剣道の打ち込み動作の違いが出やすいということから、左右の手に着目しスティックピクチャーを作成した。Kinectは三次元での計測が可能であるため、横と高さのX-Y平面、横と奥行きのX-Z平面でスティックピクチャーを作成することができる。

X-Y平面で作成したスティックピクチャーでは左右の手の軌道を横から確認することができる(Fig. 4参照)。このスティックピクチャーから、打ち終わり時の手の高さに違いを確認することができた。被験者によって違いの大きさは変わるが、面打ち時の打ち終わり時に高い位置に手がくることがみられた(Fig. 5参照)。

Z-X平面では左右の手の軌道を上から見るようなスティックピクチャーを作成できる。このスティックピクチャーから、振りおろし時の左右の手の軌道に違いを確認した。面打ち時には、まっすぐ振り下ろしているのに対し、小手打ち、胴打ち時には斜めに振り下ろしているのを確認することができた。

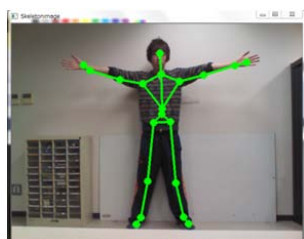


Fig. 3 Kinect が作成するスケルトンモデル

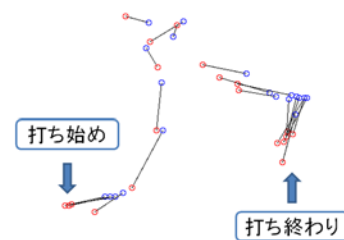


Fig. 4 X-Y 平面で作成したスティックピクチャー

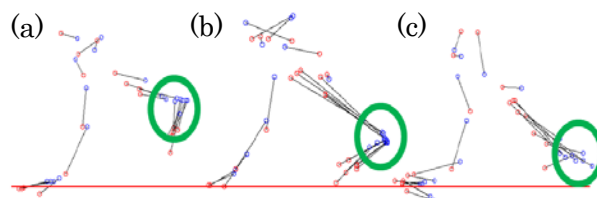


Fig. 5 打ち終わり時の左右の手の高さの違い。(a)面打ち、(b)小手打ち、(c)胴打ち。

4. 剣道支援システムへの応用

剣道指導支援システムへの応用として、未経験者へ打ち動作の違いを体感させることのできるシステムを提案する。計測で見ることができた、打ち終わり時の手の高さの違いや、手の軌道から、即時にどの打ち動作かを判断できれば、未経験者の剣道への導入に役に立つのではと考える。

5. まとめ

Kinectによる運動計測は専用のスタジオを用いたモーションキャプチャーなどと比較すると、精度がとても低いことがわかる^[4]。しかし、場所を選ばず手軽にモーションキャプチャーを扱えるという特性がある。この特性に注目し教育現場での支援システムへの応用が可能ではないかと考え議論してきた。

Kinectを用いた計測で、面打ち、小手打ち、胴打ちに特徴が現れることが見られた。打ち終わり時の手の高さの違い、振り下ろし時の左右の手の軌道など、それぞれの打ち動作が判別可能なほどの特徴が現れた。この特徴から即時に判別できるシステムの開発を行った。今後は、Kinectの特性を引き出し、システムの開発を続けていく。

7. 参考文献

- [1] トランジスタ技術 2012年8月号, CQ出版社, pp.52-53, 2012
- [2] <http://www.xbox.com/jp-JP/xbox360/accessories/kinect/kinectforxbox360>
- [3] 中村薫, 他, KINECT for Windows SDK プログラミング C++編, 秀和システム, 2012
- [4] 原田晋作, 剣道における身体運動の多面的計測による熟練度の定量化, 福井大学大学院工学研究科知能システム工学専攻修士論文, 2012

アルコール摂取時における座位姿勢動揺パターン

福井優太¹, 谷口慎一², 平田隆幸¹, 高田宗樹¹

福井大学大学院工学科知能システム工学専攻、〒910-8507 福井県福井市

文京 3-9-1

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

Stabilogram Pattern in Seated Posture with Alcohol Intake

Yuta Fukui, Shinichi Taniguchi, Takayuki Hirata, Hiroki Takada

Graduate School of Engineering, University of Fukui, Fukui 910-8507, JAPAN

Abstract: Alcoholic load causes a decrease in the cerebellar equilibrium function controlling the vestibulospinal reflex. In general, it is able to adjust the degree of simulative effect on the human equilibrium function with alcohol intake. The study included 7 healthy male subjects (age 21–23 years). We grouped subjects by the activity of the alcohol dehydrogenase. Stabilometry was performed on the subjects while they were in the sitting position 5 min before, and 5, 10, ..., and 60 min after the alcohol intake. Heart rate on electrocardiography and breath alcohol level were also investigated. We found characteristics in the alcohol-induced changes of time-course of the sway values for each group.

Keywords: Body Sway, Alcohol Load, Seated Posture, stabilogram, ECG

1.はじめに

平衡機能の総合的な把握を目的として、重心動揺検査は体平衡機能検査の1つとして施行される^[1]。重心動揺検査の診断精度を高める目的で、重心動揺検査とそこで記録される動揺図の解析指標が提案されている。総軌跡長、単位面積軌跡長などがあるが^[2]、特に後者は姿勢制御における微細な変動を示しているとみられ、脊髄固有受容性姿勢制御の機能を評価する尺度として知られている^[3]。重心動揺計測は、ロンベルグ姿勢やマン姿勢などの立位による計測が一般的であり、座位姿勢に着目した重心動揺を用いた研究は少ない。一方、車や電車、船舶などの振れによって起こる乗り物酔い、シミュレータや汎用 Virtual Environments (VE)を利用したことによって生ずる VE 酔いは、座位姿勢時に発生する例が多い。また、障害や加齢により筋力低下のみられる者の中には直立姿勢をとるのが困難な場合も存在する。しかし、座位動揺検査は確立されていない。

重心動揺の検査手法に関する有効性は、健常な被験者と平衡機能の障害者との比較により示されることが多い。この比較実験は、被験者の確保やデータの再現性に問題

がある。そこで、本研究ではアルコール摂取により平衡機能の低下およびその度合いを人為的に統制した。アルコール摂取により前庭脊髄反射や運動を制御する小脳（前庭一小脳系）が薬理学的な機能抑制を受けるため、アルコール摂取後には動揺図のパターンに変化がみられる^[1]。そこで、本研究では、座位姿勢における重心動揺計測の基礎的検討を目的として、アルコール摂取によって平衡機能の低下を統制した実験を行い、座位動揺図の評価を行う。

2.方法

2.1 実験方法

被験者は耳・神経系疾患既往歴のない若年男性7名（20-23歳）を対象に行った。被験者には事前に実験の説明を充分に行い、書面にて了承を得た。また、実験を行う前にアンケート調査を実施し、身長、体重、座高の身体情報と飲酒の頻度、喫煙の有無について問診を行った。

本研究では、重心動揺および心電図の測定を行った。重心動揺計として Wii Balance Board (Nintendo)を使用した。このシステムの測定点の座標は cm 単位で、時間分解能は 0.01 sec である。ここでは、検査時間を

120 秒間、サンプリング周波数を 20 Hz に設定した。アルコール負荷が心循環器系に及ぼす影響を検討するために、ワイヤレス生体センサ(医療電子科学研究所)を用いて実験中の心電図を記録した。呼気アルコール濃度は ALCOSCENT DA-7100 (DA Tech Co., Ltd)にて測定を行った。

高さ 60 cm の台の上に厚さ 1 cm の板を置き、その上に重心動揺計を地面と水平に設置した。被験者には背筋を伸ばした座位姿勢をとらせ、両肢非接地にて軽く握った拳を膝上に置く肢位とした。ここでは、背もたれは設置していない。被験者の左胸部に心電図電極を貼付し、10 分間の安静後、開眼および閉眼にて各々 1 分間連続して測定した。その後、アルコールを摂取させた。アルコール摂取時を起点として 5 分毎に 12 回、座位重心動揺検査を実施し、動揺図の記録を行った。また、開眼検査の直前における呼気アルコール濃度を 2 回計測し、その平均値を記録した。開眼検査においては、目の高さで 2 m 前方の位置に赤色の凝視点をつけ、その視標を注視させた。

2.2 検査事項

アルコール摂取後に 12 回の座位重心動揺検査を実施した。開眼および閉眼検査において記録した動揺図について、外周面積、単位面積軌跡長、総軌跡長および疎密度を算出し、平衡機能の低下がみられるかを検討した。さらに、座位重心動揺検査時に記録した心電図から心拍数を求め、この変化についても検討した。

更に、被験者毎にアルコール代謝関連遺伝子検査を実施した。アルコール脱水素酵素 ADH1B の活性型でグループ分けし、グループ間の重心動揺のパターンの差異について比較検討を行った。

3.結果および考察

遺伝子検査の結果、全ての被験者のアルデヒド脱水素酵素 ALDH2 の活性型が同じであった。また、2 名が活性型(ADH1B*1/*2)、5 名が高活性型(ADH1B*2/*2)のアルコール脱水素酵素を持つことが示された。

呼気アルコール濃度は 60 分の計測の間、ADH1B*1/*2 の方が ADH1B*2/*2 より高い値を示した。これは各グループのアルコール脱水素酵素の活性型の違いに起因すると考えられる。

単位面積軌跡長、疎密度から、ADH1B*2/*2 の被験者群については開眼検査で

動揺が安定し、閉眼検査で動揺が不安定になった。それに対して、ADH1B*1/*2 の被験者群については開眼時は動揺が不安定、閉眼時は動揺が安定であることを示した。これは、ADH1B*1/*2 にはアルコール負荷による影響が見られ、ADH1B*2/*2 にはその逆の結果が得られた。後者は Romberg 徴候(-)であることを示しており、アルコール摂取によって小脳の機能が抑制されていたと考えられる。

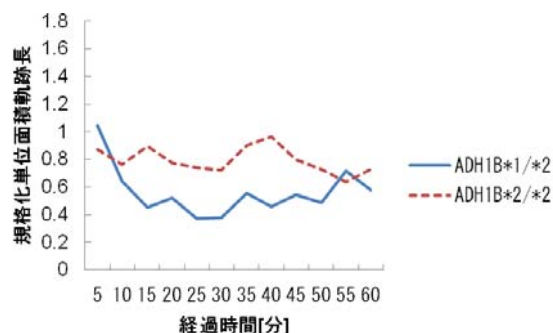


図 1.グループ別単位面積軌跡長
(開眼検査、被験者平均)

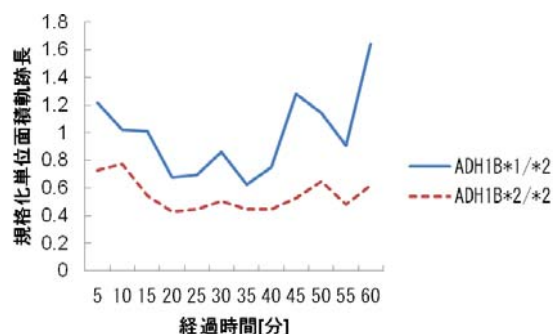


図 2.グループ別単位面積軌跡長
(閉眼検査、被験者平均)

文 献

- [1] 大川剛, 時田喬, 柴田康成, 他“重心動揺検査—単位面積軌跡長の意義—健常者における検討”Equilibrium Res54, 296—306, 1995
- [2] 鈴木淳一, 松永喬, 徳増厚二, 他“重心動揺検査の Q&A, 手引き (1995)”Equilibrium Res55, 64—77, 1996
- [3] 大川剛, 時田喬, 柴田康成, 他“重心動揺検査—単位面積軌跡長の意義—健常者における検討”Equilibrium Res54, 283—293, 1995

制約付きドロネー三角形分割を用いた平面凸物体の形状認識

阿部 真之 東海林 健二 森 博志 外山 史

宇都宮大学

〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2

*abe.stlab@gmail.com

Shape Recognition of Plane Convex Objects Using Constrained Delaunay Triangulation

Sadayuki Abe Kenji Shoji Hiroshi Mori Fubito Toyama

Utsunomiya University

7-1-2, Yoto, Utsunomiya-shi, Tochigi 321-8585;

Abstract: We present a new technique for recognizing plane convex objects in digital images. This is a technique that focuses when applying the constrained Delaunay triangulation to point-group on edges of the objects, the number of triangles which every side don't match an edge of the objects. An outstanding merit of this is that it is robust to contours riding noise.

Keywords: shape recognition, constrained Delaunay triangulation

1. はじめに

私達の身の回りに存在している物を注意してよく見ると、例えばビルや窓、ディスプレイなど、その形状が幾何学的に単純である物が数多く存在している。そのため、デジタル画像中の平面凸物体の形状を認識することは、コンピュータビジョンの分野において重要な技術の一つである。我々はその一手法として、制約付きドロネー三角形分割^[1]を用いた新たな手法を提案する。多くのサンプル画像を用いた検証により、有効性を確認している。

2. 提案手法

提案手法は、エッジ上の点群を頂点として平面凸物体の内部を三角形分割した際に現れる、3 辺の何れも物体のエッジと一致しない三角形の個数によって形状を認識する。形状認識にエッジ情報(エッジの数、長さ、傾きなど)を直接利用しないため、輪郭にノイズの乗った平面凸物体に対しても、安定した認識が可能であるという特長を持つ。

2.1 平面凸物体の三角形分割

画像中の平面凸物体毎に Step1,2,3 を実施し、その内部を三角形に分割する。

{Step1} エッジ上の点群取得

{Step2} 制約付きドロネー三角形分割

{Step3} 外側分割線の除去

まず Step1 では、平面凸物体のエッジ上の点群を、適当な方法を用いて取得する。次に Step2 では、取得した点群を二次元空間に配置し、制約付きドロネー三角形分割を適用する。制約とは、三角形分割線と平面凸物体のエッジとが交差しないことである。その後 Step3 では、外側分割線を除去し、平面凸物体の外部にできる三角形を取り除く。



Fig.1 Constrained Delaunay Triangulation (Step1,2,3)

2.2 平面凸物体の形状認識

三角形に分割した後、Step4,5 を実施し、平面凸物体の形状を認識する。

{Step4} 三角形の分類

{Step5} T0 の個数による形状認識

Step4 では、各三角形を平面凸物体のエッジと一致する辺の本数により分類する。3 辺の何れも物体のエッジと一致しない三角形を T0、1 辺のみが一致する三角形を T1、2 辺が一致する三角形を T2 とする。最後に Step5 では、T0 の個数を求めた後、我々が発見した、凸 n 角形 ($n \geq 3$) の平面物体における T0 の個数は、 n が小さい時に $n-2$ 個となる性質を利用して平面凸物体の形状を認識する。すなわち、ある平面凸物体における T0 が k 個であれば、形状は $k+2$ 角形であると認識する。

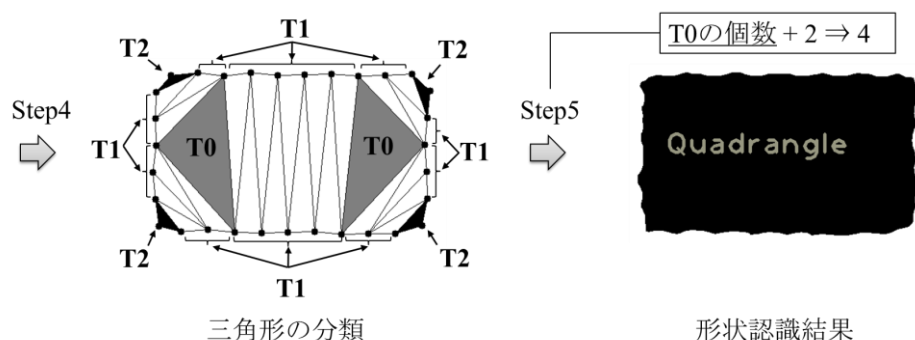


Fig.2 Shape Recognition (Step4,5)

3. 検証

サンプル画像を用いた検証結果の一例を Fig.3 に示す。左側が三角形分割の結果、右側が形状認識の結果である。認識結果がスケール変化及び平面上の回転に対して不変であり、かつ輪郭にノイズの乗った平面凸物体に対して頑健であることが分かる。

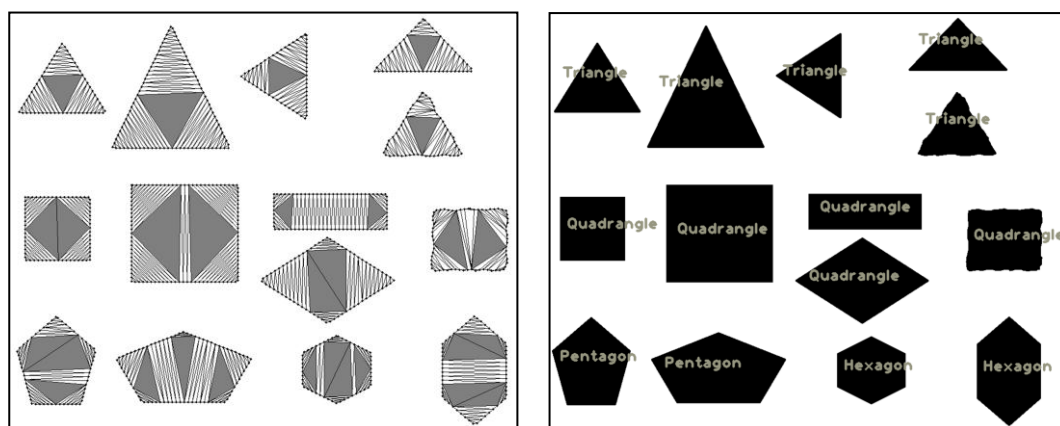


Fig.3 Experimental results for test objects

4. おわりに

制約付きドロネー三角形分割を用いた、新たな平面凸物体の形状認識手法を示した。今後は、平面凸物体のより詳細な形状認識や平面凹物体の形状認識への拡張、さらには三次元凸物体の形状認識への応用などが課題となる。

参考文献

[1] Ju Jia Zou, Hung-Hsin Chang and Hong Yan: "A New Skeletonization Algorithm Based on Constrained Delaunay Triangulation", ISSPA'99, pp.927-930, 1999.

MRI を用いた脳発達の研究

福井義浩¹、坂田ひろみ¹、澤田和彦²、

¹ 徳島大学・大学院HBS研究部・機能解剖学、²つくば国際大学・医療保健学部
fukui.med@tokushima-u.ac.jp

Observations of brain morphogenesis and its abnormalities using MRI

Yoshihiro Fukui¹, Hiromi Sakata-Haga¹, Kazuhiko Sawada²

¹Department of Anatomy and Developmental Neurobiology, University of Tokushima Graduate School Institute of Health Biosciences, ²Faculty of Medical and Health Sciences, Tsukuba International University

Abstract: The aim of this study was to observe the developmental process of the cortical convolution in cynomolgus monkey fetuses and explore the potential for detection of developmental malformations in the rat brain using 7-tesla magnetic resonance imaging (MRI). The surface-rendered images reproduced well the cerebral surface morphology. The results reveal that the surface-rendered images are useful for 3D investigation of the normality of the sulcal development of the monkey cerebrum. Observations of the rats with developmental brain defects using T₂-weighted MRI showed severe brain malformations such as anomalies of cerebellar foliations and the enlarged ventricles. Volumetric analysis based on the MRI slices revealed significant changes in volumes of some brain regions in the brain-malformed rats. Therefore, ex vivo MRI of the rat brain is concluded to be a useful tool for detecting gross malformations non-invasively, and for quantitative estimation of the volume changes in each brain.

Keywords: MRI, brain development, macaque, rat

はじめに

近年における生体イメージング技術の発達は著しく、様々な器官の詳細な画像情報が非侵襲的に高精度で得られるようになった。我々は ex vivo MRI による脳断面像を観察し、その画像情報を用いた定量化により、脳の形態形成過程の三次元解析を行ってきた。さらに、同手法で脳発達障害モデルの観察を行い、発達障害評価における MRI の有用性について検討を行ってきた。本講演では、まず MRI を用いてカニクイザルの脳溝発生過程を観察しその有用性について述べる。さらに、ラットの脳形態形成異常について MR 画像を撮影し、薬物や化学物質等によって引き起こされる脳発達障害の評価における MRI 解析の有用性について考察する。

材料と方法

7-tesla MRI 装置 (Magnet: Kobelco and Jastec, Japan; Console: Burker BioSpin, Germany) により、カニクイザル雄胎仔 (胎齢 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150 日) の大脳左半球固定標本の前頭断、水平断、および矢状断 MR スライス像を得た。また妊娠ラットに methylazoxymethanol (MAM) を腹腔内投与、または生後 16 時間以内のラットのクモ膜下腔に 6-hydroxydopamine (6-OHDA) を投与することにより脳発達障害モデルラットを作製し、8 週～10 週齢で灌流固定した後に脳を取り出し、7-tesla MRI 装置により 3 次元 T2 強調画像を得た。各 MR スライスの画像コントラストを基に、SliceOmatic software (TomoVision, Canada) により、脳の各領域を半自動式に抽出し、抽出画像を基に脳表面および各脳領域の三次元構築、および各領域の体積等を算出した。

なお、本研究は、(株)新日本科学安全性研究所・実験動物倫理委員会および徳島大学動物実験委員会の承認を得ている。

結 果

カニクイザルの脳溝発生の研究では surface rendering 法により各脳溝の発生時期を特定し、脳溝形成の定量的解析により霊長類に共通した脳溝形成過程を明らかにした。また、volume rendering 法により側脳室を三次元的に描出し、鳥距溝形成過程と比較した結果、胎生 100 日における鳥距溝の形成は、脳の形態成熟の指標となり得ることを明らかにした。

胎生期 MAM 曝露ラットでは、大脳皮質、海馬、視床、視床下部など多くの領域で体積が減少し、側脳室の容積は拡大していることが明らかとなった。また、MAM 曝露ラットにおける皮質厚の減少は後頭側頭部で顕著であった。6-OHDA 曝露ラットでは、小脳の低形成および小葉形成不全を含む種々の形態異常が認められた。MR 画像の解析により、これまで報告されてきた胎生期 MAM ラットおよび新生仔期 6-OHDA 曝露ラットにおける脳形態異常の全体像がより具体的に示され、脳領域別の影響の詳細について定量的に評価することが可能になった。以上より、MRI を用いた画像解析は脳発達障害の評価法として有用であることが示された。

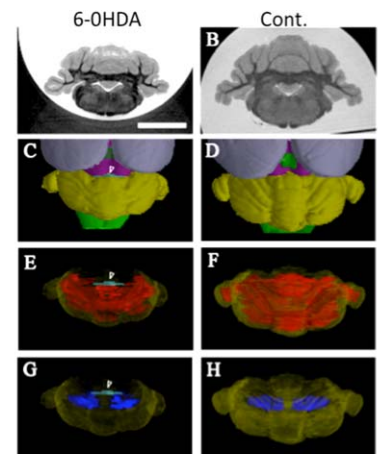


Fig. 1. MR画像から構築した三次元像
■ 中脳 ■ 橋・延髄および松果体
■ 小脳皮質 ■ 小脳白質
■ 深部小脳核 ■ 異所性組織塊
Scale bar= 0.5 cm

考 察

本研究で使用したサル大脳MR画像は灌流固定標本から取得しているが、*ex vivo* 7-tesla MRI測定により高解像度のMR画像を得た。更に、surface rendering法による脳表面の三次元画像解析により、肉眼解剖学的には観察が困難であった脳溝の出現時期を明らかにできた。よって、MRIを用いた画像解析は、脳の正常発生を三次元的に理解する上で有用であると思われる。また、脳発達障害モデルラットのMR画像定量解析では、これまでの胎生期MAM曝露ラットおよび新生仔期 6-OHDA曝露ラットにおける脳形態異常の報告と比べより詳細な解析が可能になり、脳各領域への化学物質曝露の影響を詳細且つ定量的に評価できた。以上より、MRIを用いた画像解析は脳発達障害の評価法としても有用であることが明らかになった。

謝 辞

本研究は、文部科学省科学研究助成金(No. 20590176)、および日本化学工業協会 LRI 研究の助成を受けた。また、本研究において MRI 測定に協力頂いた放射線医学総合研究所・分子イメージングセンターに深謝する。

参考文献

- Sawada K, Fukunishi K, Kashima M, Imai N, Saito S, Sakata-Haga H, Aoki I, Fukui Y (2012) Neuroanatomic and magnetic resonance imaging references for normal development of cerebral sulci of laboratory primate, cynomolgus monkey (*Macaca fascicularis*). *Congenit Anom* 52: 16-27
- Sawada K, Fukunishi K, Kashima M, Imai N, Saito S, Sakata-Haga H, Aoki I, Fukui Y (2012) Fetal gyrification in cynomolgus monkeys: a concept of developmental stages of gyrification. *Anat Rec* 295: 1065-1074
- Sakata-Haga H, Sawada K, Saito S, Aoki I, Fukui Y (2011) Application of *ex vivo* MRI for non-invasive detection of gross malformations in the rat brain (abs). *J Physiol Sci* 61 (suppl): S277

トーラス結び目を用いた空間配置について

森田克己

札幌大谷大学芸術学部

Torus knots based on their space composition

Katsumi MORITA

Faculty of Music and Arts, Sapporo Otani University

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

Keywords: form, composition

1. はじめに

幾何曲線を用いた表現は、美術・デザイン・映像・建築等の様々な分野で造形化されている。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、独自の規則を与え幾何曲線の平面配置について追求してきた [1]-[4]。本稿では、幾何曲線のうち、3次曲線であるトーラス結び目を用い、3次元空間における配置のバリエーションを生成し、形態構成の観点から検討した。

2. トーラス結び目を用いた空間配置のための設定

2.1. トーラス結び目の基本的定義

(1) トーラス結び目の定義

本稿では、適用するトーラス結び目 (torus knot) を、位相幾何学の観点から、「3次元空間におけるトーラスの上に交差ができないように紐をまいてできる結び目」として定義する [5]。

(2) トーラス結び目の方程式

トーラス結び目について、パラメータによる方程式を次式で示す。

$$x = (a + b \cos c t) \cos d t$$

$$y = (a + b \cos c t) \sin d t$$

$$z = e \sin f t$$

[1]

2.2. 空間配置のための設定

空間配置のための設定を次の通りとする。

(1) トーラス結び目をユニットとした空間配置とする。(2) 第1段階として、xy平面におけるユニットを、z軸を中心軸とする回転移動により空間配置をする。(3) 第2段階としてxy平面におけるユニットをy軸を中心軸とする回転移動により空間配置をする。(4) 第3段階として(2)をベースにしてy軸を中心軸とする回転移動により空間配置をする。つまり(2)と(3)の合成が(4)になる。

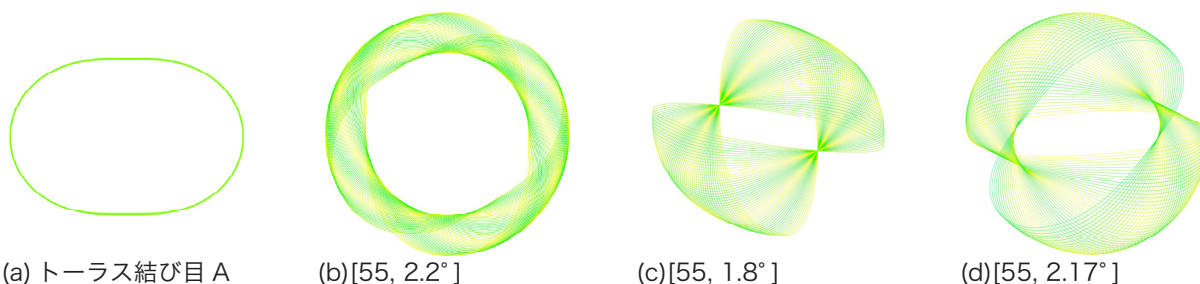
2.3. 空間配置のための表示

空間配置のための表示は次の通りとする。

(1) 平面図と透視図により表示する。(2) 空間配置の表示は単体と複数個用いた場合の両者を表示する。(3) 空間配置のための定量的表示は、幾何曲線の構成数と軸に対する回転角度により表示する。例えば、トーラス結び目Aを用いて、構成数が5、回転角度が30°の空間配置例bについては、(b)[5, 30°]とする。角度の表示は、小数点第3位までとする。

3. トーラス結び目を用いた空間配置

空間配置のための設定に基づいたトーラスを用いた空間配置のバリエーションを図1～図6に示す。



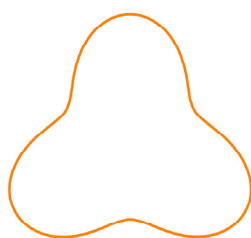
(a) トーラス結び目 A

(b) [55, 2.2°]

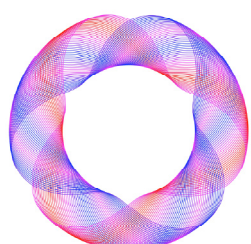
(c) [55, 1.8°]

(d) [55, 2.17°]

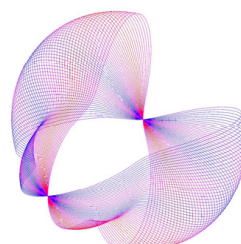
図1 トーラス結び目Aを用いた空間配置1



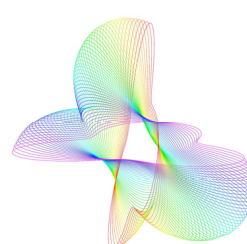
(a) トーラス結び目 B



(b) [55, 1.63°]

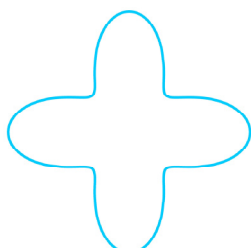


(c) [55, 1.963°]

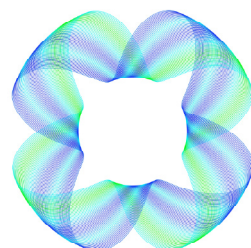


(d) [55, 1.934°]

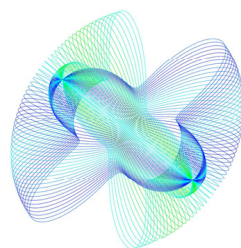
図2 トーラス結び目 B を用いた空間配置 2



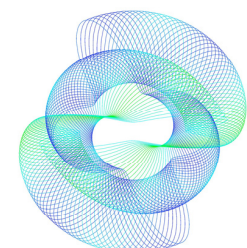
(a) トーラス結び目 C



(b) [55, 0.9°]

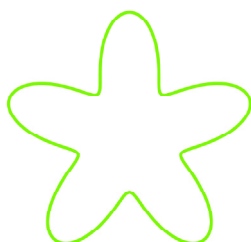


(c) [55, 2.29°]

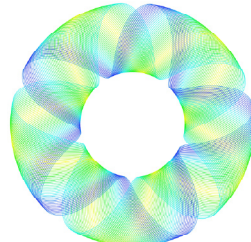


(d) [55, 1.964°]

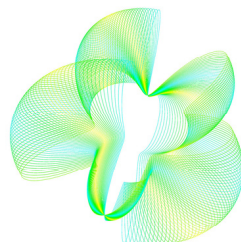
図3 トーラス結び目 C を用いた空間配置 3



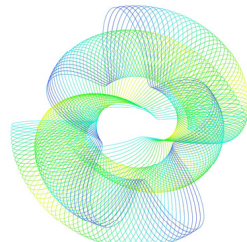
(a) トーラス結び目 D



(b) [55, 1.05°]

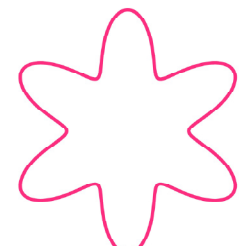


(c) [55, 1.8°]

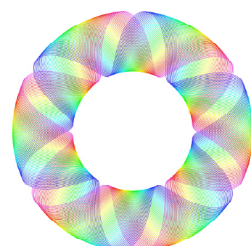


(d) [55, 1.964°]

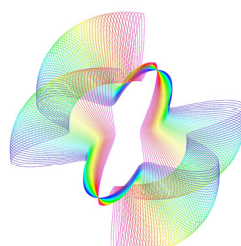
図4 トーラス結び目 D を用いた空間配置 4



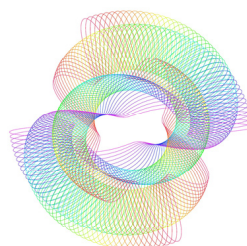
(a) トーラス結び目 E



(b) [55, 0.9°]



(c) [55, 1.8°]



(d) [55, 1.178°]

図5 トーラス結び目 E を用いた空間配置 5

4. まとめ

本稿では、トーラス結び目をユニットとし、回転移動を適用することで空間配置のバリエーションを生成した。結果的には、単純な形態を用い、独自の設定により、造形的に新たな展開を多少示すことができたと思われる。今後は、他の異なる曲線を用いた空間配置について検討課題としたい。

参考文献

- [1] 森田克己 (2007), “Shapes of Knot Patterns”, Forma, 22, 75-91
- [2] 森田克己, (2007), “結び目を用いたユニットパターンの生成”, 日本図学会 2007 年度大会 (東京) 学術講演論文集, 47-52.
- [3] 森田克己, (2008), “トーラスによる絡み目パターンの生成”, 日本デザイン学会第 55 回研究発表大会概要集, 86-87
- [4] 森田克己, (2008), “結び目理論に基づいたトーラスによる絡み目パターンの生成”, デザインシンポジウム, 2008 講演論文集, 253-258.
- [5] 村上順, (2000), “結び目と量子群”, 朝倉書店, 16

立体映像刺激による映像酔いの影響評価

松浦 康之¹・高田 宗樹²¹福井大学博士人材キャリア開発支援センター 〒910-8507 福井市文京 3-9-1²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

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

Comparison in Degree of the Motion Sickness Induced by a 3D Video ClipsYasuyuki MATSUURA¹, Hiroki TAKADA²¹ Center of Career Development and Support, University of Fukui 3-9-1 Bunkyo, Fukui 910-8507, Japan² Graduate School of Engineering, University of Fukui 3-9-1 Bunkyo, Fukui 910-8507, Japan

Abstract: It is generally explained to the public that accommodation and convergence are mismatched during stereoscopic vision and that this is the main reason for the visual fatigue and visually induced motion sickness (VIMS) caused by 3D viewing. We have devised a method to simultaneously measure lens accommodation and convergence. The aim of this study was to (1) measure the severity of motion sickness induced by viewing conventional 3D films on a liquid crystal display (LCD) and (2) compare fixation distances between accommodation and convergence in middle-aged subjects while they viewed the abovementioned 3D films on the LCD with repeated measures. We used the simultaneous measurement device to characterize 3D vision. Time courses of these fixation distances and their distributions are compared while they viewed 2D and 3D video clips. The results indicated that after 90 s of continuously viewing 3D images, the accommodative power does not correspond to the distance of convergence.

Keywords: Accommodation, Convergence, Visually induced motion sickness (VIMS), Stabilometry

1. Introduction

It is generally explained to the public that, “During stereoscopic vision, accommodation and convergence are mismatched and this is the main reason for the visual fatigue caused by 3D. During stereoscopic vision, while accommodation is fixed on the display that shows the 3D image, convergence of left and right eyes crosses at the location of the stereoisimage”. According to the findings presented in our previous report [1], however, such explanations are mistaken. However, our research has not been recognized in the world. This may be because the experimental evidence obtained in our previous studies, where we did not measure accommodation and convergence simultaneously, was not strong enough to convince people. We therefore developed a new device that can simultaneously measure accommodation and convergence.

Watching 3-dimensional (3D) movies, though, can produce certain adverse effects such as asthenopia and motion sickness [2]. It has been considered that this visually induced motion sickness (VIMS) is caused by the sensory conflict as a disagreement between convergence and visual accommodation while viewing 3D images [3]. Thus, stereoscopic images have been devised to reduce this disagreement.

The objective of the present study is to (1) measure the degree of motion sickness induced by viewing a conventional 3D movie on a liquid crystal display (LCD) in the measurement 1 and (2) compare fixation

distances between accommodation and convergence in middle-aged subjects while they viewed 2D and the abovementioned 3D video clips in the measurement 2. In the measurement 1, we quantitatively measured body sway during the resting state and exposure to a 3D movie on an LCD.

2. Material and Method

2.1 Material and Method in Measurement 1

Ten healthy subjects (age, 23.6 ± 2.2 years) voluntarily participated in the study. Three kinds of stimuli were presented in random order: (I) a static circle with a diameter of 3 cm (resting state); and (II) a conventional 3D movie that showed a sphere approaching and moving away from the subjects, irregularly. These stimuli (I) and (II) were presented on an LCD monitor. The distance between the LCD and the subjects was 57 cm.

The subjects stood without moving on the detection stand of a stabilometer in the Romberg posture, with their feet together for 1 min before the sway was recorded. Each sway of the center of pressure was then recorded at a sampling frequency of 20 Hz; the subjects were instructed to maintain the Romberg posture for the first 60 s. The subjects viewed one of the stimuli, that is, (I) or (II), from the beginning till the end. They filled out an SSQ before and after the test.

2.2 Material and Method in Measurement 2

The subjects used in this study were two middle-aged subjects in their thirties to forties and four young subjects (age, 23 ± 1 years). The spherical object appeared as a 3D video clip located at a virtual distance of 1.57 m and moved toward the subjects to a virtual distance of 1.19 m in front of them. We asked the subjects to gaze at the center of the spherical object for 60 s and measured their lens accommodation and convergence distance during this experiment.

3. Conclusion

We have reported that the VIMS could be detected with the total locus length and sparse density, which were used as analytical indices of stabilograms. We analyzed the severity of motion sickness induced by viewing conventional 3D films on an LCD. The nonparametric test revealed that viewing the 3D film on the LCD significantly affected the body sway.

In this study, we also compared fixation distances between accommodation and convergence while they viewed 2D and 3D video clips. Measurements were made using an original machine, and 2D and 3D video clips were presented using circular polarizing filter system. The results indicated that subjects' accommodation and convergence were found to change the diopter value synchronously with to the movement of the 3D images when viewing 3D images. However, the lens accommodation is not consistent with the convergence in the middle-aged after 90 s gazing at 3D video clips. Hence, the inconsistency between the lens accommodation and convergence might not cause the 3D sickness but the visual fatigue.

Reference

- [1] Miyao M., Ishihara S. Y., Saito S., et. al. (1996), *Ergonomics*, 39(11), 1294-1309.
- [2] Takada H., Fujikake K., Miyao M., Matsuura Y. (2007), *Proc. of VIMS2007*, pp.178-183.
- [3] Wann J., Rushton S., Mon-Williams M. (1995) *Vision Res.*, 35(19), 2731-2736.

コンニャク石の微細構造を適用した連結ブロックについて

金築 裕、倉橋輝夫

島根県立東部高等技術校、島根県出雲市長浜町3057-11

Interlocking block based on the microstructure of Itacolumite

Yutaka Kanetsuki・Teruo Kurahashi

Techno school Toubu, Nagahama3057-11, Izumo, Shimane

Abstract: コンニャク石の可撓性は構成する石英粒の噛み合い構造によるものである。その石英粒の基本形状である星形12面体の噛み合いによって集積、形成される立体的な構造について検討した。結果を土木分野で用いられている連結ブロックに応用することを試みた。

Key word: Itacolumite, Flexibility, Interlocking block, stellated dodecahedron,

1 緒 言

一般にコンニャク石（学名イタコルマイト）の名称で知られている石英質砂岩は、名前のように可撓性を有している珍しい石材である。この可撓性は構成する石英粒の形状（2次元的にはジグソーパズルのような噛み合い構造）に由来していることが知られていた（photo 1）。

著者らは、その立体構造を調べ、星形12面体形状であることを明らかにし、既報（1）にて報告している。

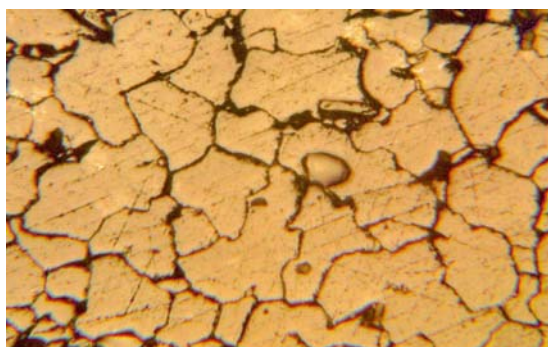


写真1、イタコルマイトの光学顕微鏡組織

そこで、本報告では星形12面体形状の石英粒の3次元噛み合い構造について、さらに本結果に基づいたより単純な連結ブロックについて報告する。

2 星形12面体相互の噛み合い

2.1 1次元の噛み合い

図1は、2つの星形12面体の噛み合いのタイプを示している。（タイプB）はそれぞれの3個の突起が密接に噛み合ったものであり、（タイプA）は（タイプB）を稜に沿って相対的にスライドしたやや緩やかな噛み合いである。

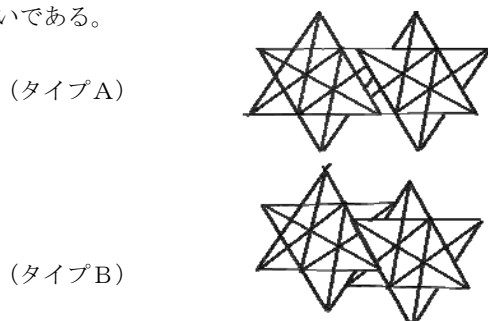


図1 星形12面体相互の2つの噛み合い

2.2 2次元の噛み合い

図2は4個を噛み合い状態にした場合を示している。この図において横方向の噛み合いは（タイプA）の噛み合いであり、縦方向の噛み合いは（タイプB）の噛み合いである。配列は菱形形状である。

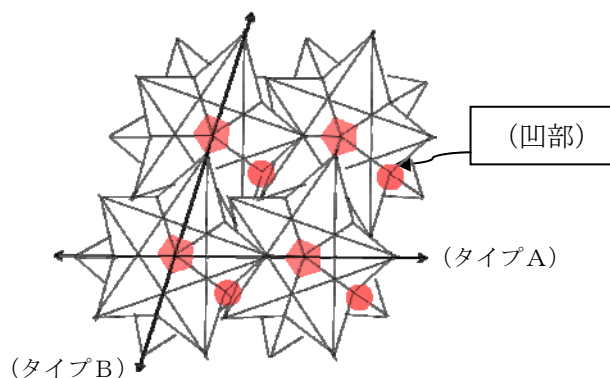


図2 星形12面体4個の噛み合い（2次元）

2.3 3次元の噛み合い

図3は8個を噛み合い状態にした場合を示している。この図は図2に示す4個の噛み合い2セットを突起と凹部を噛み合わせたものである。これが立体構造のユニットセルになる。このユニットセルは結晶学的には斜方晶に属する（充填率は70%である）。

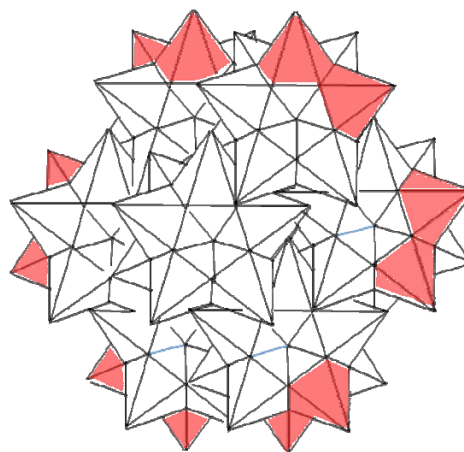


図3 星形12面体8個の噛み合い（3次元）

3 噛み合い構造の解析

3.1 模擬星形から見た噛み合い構造

図4は、噛み合い構造を比較検討するために星形12面体の骨格に相当する中央の黄金長方形を1:1:5の直方体に置き換えたもので、以下模擬星形と呼ぶ。図4下図に示しているのは模擬星形で構成した図1に示すタイプA、タイプBである。

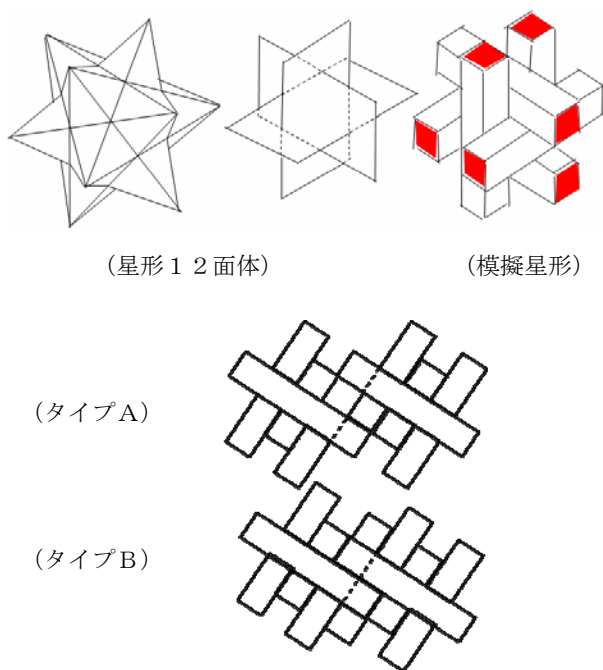


図4 模擬星形2個の図2と同等の噛み合い

3.2 模擬星形から見た噛み合い構造

図5は隣接する模擬星形の噛み合い部分を示したもので、3軸方向に隣接する模擬星形の直方体が軸方向にスライドした状態で重なっている。このため個々の模擬星形は立方体形状であるが、全体としては矢印で示すように斜方晶形状に変化していることがわかった。

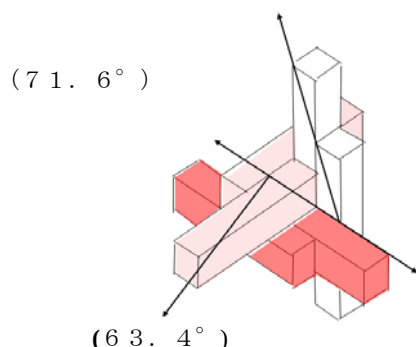


図5、模擬星形から見た噛み合い構造

4 ユニットセルの幾何学的形状の解析

図3に示すユニットセルは結晶学的には斜方晶で表わされるが、図6に示すように幾何学的には菱形6面体である。しかも、構成する菱形は2つタイプの黄

金菱形であることがわかった。すなわち辺と対角線の比が黄金比である4個の黄金菱形Ⅰ（白抜きで表示）と、対角線どうしの比が黄金比である2個の黄金菱形Ⅱ（ハッチで表示）で形成されていることがわかった。図6に展開図を示している。

上記ユニットセルは4個を組み合わせると図6に示す変形型の菱形12面体になることがわかった。

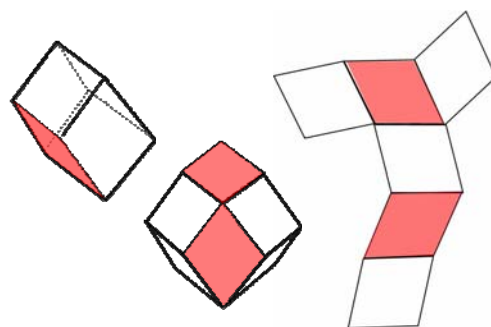


図6、菱形6面体（ユニットセル）とその展開図、および菱形12面体

3.1 星形12面体ユニットセルにおける突起の配置

図3において、外部に向かう突起には2つのタイプに分けることができ、ひとつはユニットセルの面に垂直なタイプであり、他方は稜を形成するタイプである。

連結ブロックに適用するために、面間の噛み合いに注目した。稜の噛み合いは鋭角側と鈍角側で構成されている。そこで稜の噛み合いを表現したものが図7に示す立体構造である。図8は立体構造に基づいて考案した連結ブロックである。

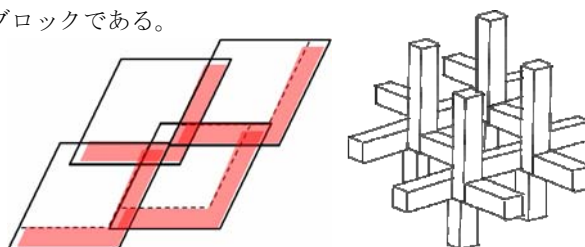


図7、菱形6面体（ユニットセル）の鋭角側の稜（ハッチ部）の配置、および立体構造

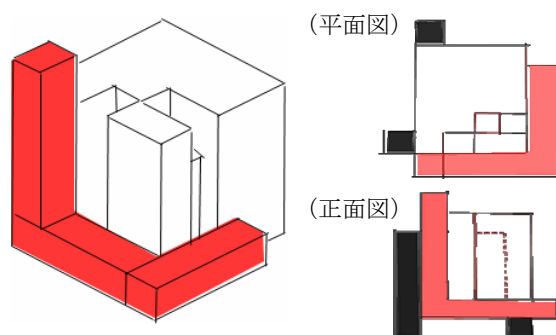


図8、面内に噛み合い部を配置した立方体と稜の立体構造を融合させた連結ブロック（右図は正面図および平面図）

参考文献

- 1) 金築 裕、倉橋輝夫、日本材料学会第55期講演論文集、p.29、30

アンモナイトと底生有孔虫の殻形態の比較

植原 和樹¹松岡 篤²

新潟大学大学院自然科学研究科¹新潟大学理学部²

f13e053b@mail.cc.niigata-u.ac.jp¹matsuoka@geo.sc.niigata-u.ac.jp²

Comparison of the shell form between ammonites and benthic foraminifera

Kazuki Uehara¹ and Atsushi Matsuoka²

¹Graduate School of Science and Technology, Niigata University

²Faculty of Science, Niigata University

Keyword: ammonite, benthic foraminifera, form of shell

1. はじめに

有孔虫は、その生活スタイルによって「浮遊性有孔虫」、「底生有孔虫」の2つに大きく分けられる。底生有孔虫は、分類上およびサイズの点でアンモナイトとは大きく異なるが殻形態にはよく似たものがある。今回、底生有孔虫の石膏模型とアンモナイト化石を用いて形態の比較を行ない、両者の殻形態の類似点と相違点をまとめる。

2. 概説

アンモナイトは、6500 万年前に絶滅した海生の頭足類(イカやタコの仲間)である。大きさは直径数 mm のものから、大きいものでは2m 近いものまで多種多様である。アンモナイトの殻の多くは平面螺旋状に巻くが、巻きが解けたり、伸びたり、様々な巻き方をするものもある。前者を正常巻きアンモナイト、後者を異常巻きアンモナイトと呼ぶ。

有孔虫は、現在も世界の海に生息している単細胞の原生生物である。大きさは小さいものでは直径は0.1mm から、大きいものでは数 cm のものであるが、ほとんどのものが全長1mm に満たない。殻の巻き方には平面旋回状、らせん状および線状などがある。



- ・平面旋回状配列をしたアンモナイト(左)
- ・平面旋回状配列をした底生有孔虫の石膏模型(右)

3. 比較

正常巻きのアンモナイトの殻と、底生有孔虫の中でも平面旋回状配列をする殻とが特に良く似ている。両者は、ともに隔壁を持つ連続した部屋で構成されている。前者は、各部屋が隔壁により閉じており1本の細長い有機質の管で貫かれている。後者は、各部屋が隔壁で仕切られた空間になっており、隔壁の旋回軸に近い部分に位置する口孔によって全ての部屋がつながっている。アンモナイトと底生有孔虫の殻は表面に肋が発達しているものや平滑なものなどがあるが、前者は孔を持たず後者は微細な孔を持っているところに大きな違いがある。

3D イメージング技術によるプランクトン殻の微細構造

石田直人¹, 岸本直子², 松岡 篤¹, 木元克典³, 栗原敏之¹, 吉野 隆⁴

1) 新潟大学, 2) 摂南大学, 3) 海洋研究開発機構, 4) 東洋大学

1) 〒950-2181 新潟市西区五十嵐 2 の町8050

nao.ishida21@mbn.nifty.com

Microstructures of plankton skeletons
using 3D imaging technologyN. Ishida¹, N. Kishimoto², A. Matsuoka¹, K. Kimoto³, T. Kurihara¹ and T.
Yoshino⁴

1) Niigata University, 2) Setsunan University, 3) JAMSTEC, 4) Toyo University

1) Ikarashi 2-no-cho 8050, Nishi-ku, Niigata, 950-2181

Abstract: The three-dimensional imaging technology by using X-ray micro-CT device has a great potential for analyzing microstructures of plankton skeleton (radiolaria, foraminifer, etc.). The latest results achieved with a high-resolution micro-CT are exhibited by pictures and enlarging models.

Keywords: plankton, microstructure, micro-CT, 3D imaging technology

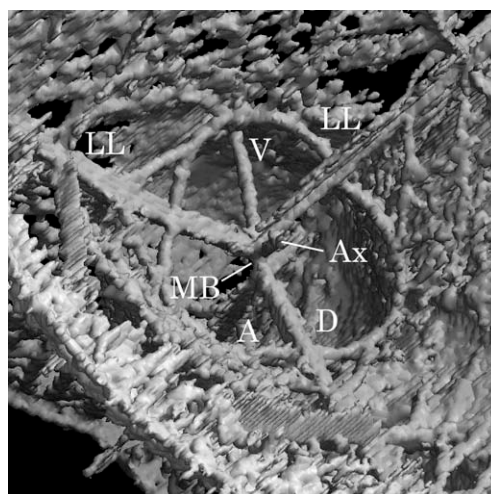
1. プランクトン殻の 3D イメージング

微小検体の非破壊検査に用いられる X 線マイクロ CT 機器は、現在解像度がナノオーダーまで向上している。マイクロ CT による 3D イメージング技術をプランクトン（有殻原生生物）研究へ応用する際に、‘どこまで細部が描写できるのか？’が焦点のひとつとなる。分解能 300nm/pixel のマイクロ CT 装置で撮影したプランクトン殻の微細構造について、最新の成果を写真と拡大模型を使って紹介する。

2. 撮影された微細構造

ここには現生放散虫 *Callimitra* 属の撮影結果を例に挙げる。第 1 図に示したのは、マイクロ CT によって得られた *Callimitra* 属の 3D データの CG である。Nassellaria 目である *Callimitra* 属は cephalis に骨針を持ち、この CG には 5 μ m 以下の太さからなる骨針の構造が明瞭に記録されている。骨針には median bar (MB), apical spine (A), dosal spine (D), ventral spine (V), primary lateral spines (LL), axobate (Ax) の各部が認められる。

この例のように、マイクロ CT による 3D イメージング技術は、プランクトン殻に対してナノレベルに迫る解像度での撮影が可能である。プランクトンの中で、ミクロンレベルの構造からなる有孔虫や放散虫であれば、全ての構造を記録できるまでの水準に達していると言える。



第 1 図：マイクロ CT で撮影した放散虫 *Callimitra* 属の骨針構造。ナノオーダーに迫る解像力で描写されていることが読み取れる。

“かわせみ”による糸魚川における地域振興活動の概略と展望

池田有希、北川真帆、近成彦、齋藤隼人、眞保咲、野村隼大、宮越光穂、吉岡万穂

新潟大学、新潟県新潟市西区五十嵐2の町 8050 番地

back2home-v@ge.niigata-u.ac.jp

The outline and the view of local development activity in Itoigawa by “KAWASEMI” group

Yuki Ikeda, Maho Kitagawa, Shigehiko Kon, Hayato Saito, Saki Shinbo, Hayata Nomura,
Mitsuho Miyagoshi, Maho Yoshioka

Keywords: Double Home Project, Niigata Univ., Local development, Itoigawa, Geoparks

1. はじめに

新潟大学ではダブルホームという、所属する学部の垣根を越えグループを作り、新潟県内の各地域と山形県小国町で、教職員とともに地域と連携した様々な活動を行っている。そのグループの一つである我々V ホーム“かわせみ”は糸魚川市を拠点に、糸魚川市の特色であるジオパーク運動に関連した地域活動を 2011 年より行っている。

2. 活動成果と展望

我々が糸魚川市で活動を始めて 2 年となるが、現在はジオパークに関連する活動と地域と交流する活動という二つを軸に活動している。

前者についてはジオパークについて知るべくジオサイト(糸魚川ジオパークが設定する見どころとなる地域)やフォッサマグナミュージアムの見学、ジオパーク普及運動の手伝いを行った。後者については我々の知名度向上を図る等の目的で地域のイベントへの参加を行った(図 1)。

これらの活動を通じ、ジオサイトの整備状況も様々であること、またジオパークという概念の浸透もまだまだであるということを知ることとなった。それらの点からジオサイト整備を行う、またジオパーク運動について情報発信等を行うことを我々の長期的な活動目標として設定した。

ジオサイト整備を行うためには様々なノウハウが必要であるとし、2012 年春からは糸魚川市の中でもジオパークを活かした地域振興運動を積極的に行っている小滝地域を中心に活動を行っている。今年は地域で主催する“まるごと小滝ウォーキング”という小滝地域を散策するイベントについて、ポスターやグッズの提案(図 2)や、我々がイベントのガイドとして運営に参加することを計画している。

また地域の方との意見交換といった交流を通じ、大学生であり、糸魚川市の人間ではないという立場に基づく“外部と若者の視点”こそが我々の最大の持ち味であり、地域から求められているものであると感じている。これを活かすことで、新たな特色や強みの発見や情報の発信、更にはジオパークと絡めた地域振興の方策の考案等を行っていきたい。



図 1



図 2

富山県東部地域におけるジオパークの在り方ー大地と活動の形ー

丹保俊哉

黒部・立山ジオパーク研究会、中新川郡立山町芦峯寺七姫平

kurobe_tateyama_geopark@yahoo.vo.jp

The way of geopark in the eastern Toyama prefecture

平成 25 年 1 月 20 日に富山県東部地域にジオパークをつくろうという活動がスタートした。活動組織は、「黒部・立山ジオパーク研究会」という民間団体（以下、ジオパーク研究会）である。その名の下に、地球科学の専門家や富山県で自然解説活動をおこなうボランティアなど 35 名の有志および 2 つの団体が集まり、平成 25 年 4 月末現在では 58 名を数えるにまで成長した。

ジオパーク研究会設立の趣旨は、「ふるさとの地学的な自然の保全、ならびに教育的普及活動の創出について研究し、今ある自然保全普及活動をジオパークの視点から有機的包括的に結びつけ地域振興に活用する方法を検討するなど、この地域に調和した『ジオパーク』の基盤づくりに寄与すること」としている。つまり、主体的にジオパーク申請から認定後のジオパーク活動の根幹を担う「推進協議会」役をジオパーク研究会が果たすわけではなく、まずはジオパークとしての富山の価値を調査しその魅力を広く周知し県民の意識を高め、推進協議会発足についての基盤整備に努めようと考えている。

この富山県においてジオパークの形を整えるために必要なこととして、

- ・ジオパークのテーマとそのエリア
- ・活動組織

が最低限の必須条件と考えているが、ジオパーク研究会はその発案を担うこととして設立、活動することからはじめようという考え方ではじまることとなった。

富山県の地質・地形的特徴としては、近年発見された日本最古の鉱物である約 37 億 5 千万年前のジルコン、約 2 億 5 千万年前に日本の大地が形成された証拠を残す飛騨変成岩類、約 80 万年前という世界最新の形成年代をもつ黒部川花崗岩、第四紀の急激な地殻活動によって形成された 3 千メートル級の山稜を有する飛騨山脈と黒部川などの急流河川が山脈を削って創った峻険な峡谷など、日本列島全体の形成史を語る上では欠くことの出来ない特徴をもっている。これらの資産をどのように結びつけて独特のテーマをもったジオパークに育てるかを考えることが最前の課題となっているが、範囲としては富山県東部において展開することが無理なくストーリーをまとめる上が最適と考えている。

現在、平成 26 年度のジオパーク認定を目指しシンポジウムの開催や自治体や産業界、自然保護活動団体など様々な組織へと協力、参画への呼びかけをおこなっている。

簡単・安価にできる「ずぼんぼ」

工藤 清

手づくりおもちゃの科学館

kiyosiko@plum.plala.or

Dancing doll" Zubonbo"

Kiyoshi Kudo

Pavilion of handicraft science-toys

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

Abstract: Zubonbo doll, made in the Edo period, would be surrounded by folding screen where a fan would be used to make it move around and dance as if it were fighting. It will be shown how to make cheap "Zubonbo" easily.

Keywords: zubonbo, Edo period toy, dancing doll

ずぼんぼは1770年代に浅草で生まれたおもちゃです。江戸情緒のあるこのおもちゃは、屏風で囲み、団扇で扇ぐとおもしろおかしく踊ります。ここでは、同じような動きをするおもちゃとして、レジ袋とプルタブを用いた「簡単・安価にできるずぼんぼ」の制作方法を紹介しましょう。

以下はこども歴史文化館におけるワークショップの資料です。



頭や尻尾を引き出すこともできます。いろいろと工夫してみましょう。

参考資料: 「江戸の縁起物」 木村吉隆著、亜紀書房、2011年

**探求！アンモナイト
～未知なる芸術・縫合線を探る～**

白井総真

新潟市立中野小屋中学校 新潟県新潟市西区明田 721

kensonosiro03160814@yahoo.co.jp

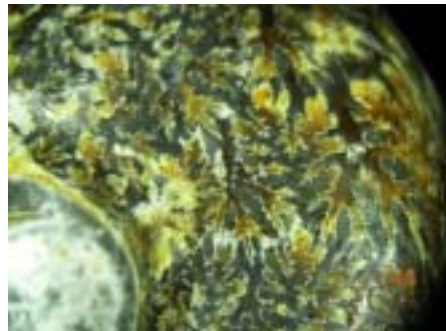
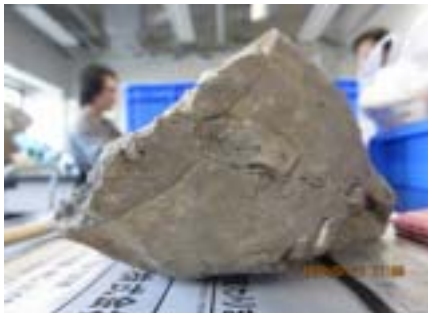
Exploring ammonites! Suture line – mysterious art

Souma Shirai

721 Myouden, Nishi ku, Niigata

1 はじめに

小学校6年生夏休み前に、新潟大学理学部の講座に参加していたことから、松岡先生の指導の下で大型化石の研究をさせてもらうことになった。先生からノジュールをもらい、クリーニングすることを教わった。最初はクリーニングするだけで楽しかったが、ついにアンモナイトを取り出すことに成功し、そこから縫合線の実物を観ることが出来たときは感動的だった。何でもない岩の塊に、こんな神秘的な芸術が隠れているとは。自然界にはまだまだどれだけの未知の芸術がねむっているかと思うととてつもなくウズウズする。



2 研究方法

ノジュールをクリーニング→標本を観察・スケッチを繰り返す。必要な場合は拡大顕微鏡を使用する。

3 考察

見た目に大差ないノジュールでも多種の化石が混在しているものと同種だけのものがある。軟らかく作業しやすいものと、固く困難なものがあるなど、自分でやってみないと発見できないことがある。また、新たな疑問が生まれる。

4 今後の展望

さらに多種複数の標本の観察をし、比較することでさらに深い理解をしたい。縫合線の文献は国内では少ないので英文も理解できるように勉強する。アンモナイトは絶滅生物である。絶滅生物の研究は人類存続の研究の道に繋がっているからその分野に貢献できる域に達したい。

佐渡島沢根層の珪藻個体の計数

坂本 悠莉

新潟第一中学校 1 年 新潟市中央区関屋

Counting of diatom shells in the Sawane Formation in Sado Island, Niigata Prefecture

Yuuri Sakamoto

Niigata Daiiti Junior High School

Keywords: diatom shell, Sawane Formation, Sado Island

1. はじめに

珪藻（図 1）は中生代白亜紀に出現し、今でも海洋や陸水域に生息している。珪藻はプランクトンの一種でガラス質の殻を持っており、その殻は層のようになっている。表面には胞紋と呼ばれる微細な穴がある。本研究は、佐渡島の沢根層に含まれる珪藻の個体数を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

はじめに、計量的に研究するため泥岩の重さを測り、乾燥させ、水・空気がなくなった岩の重さを測る。次に、この泥岩をふるいがけする。目的は、珪藻はふるいの網目（目の大きさ： $44\mu\text{m}$ ）よりも大きいため、ふるいをかけることによって余計なゴミを除去する。ふるいをかけて残る残存物を分割機（試料を二等分する）で数回にわたって分割し、プレパラートを作る。光学顕微鏡で珪藻個体数を数える。

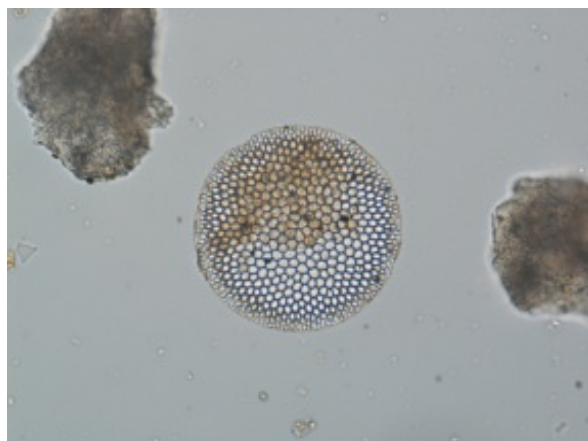


図 1. 珪藻の光学顕微鏡写真。

3. 結果

最初に 1 g 当たりの珪藻の個体数を、比を使って求めた。サンプル IT12090401 の場合、元の試料が 23 g で、分割を 7 回行ったことから、分割した試料は $23/128$ g で、その試料内の珪藻の個体数は 172 個だった。従って、1 g 当たりの珪藻の個体数は約 957 個体となる。

4. 今後の展望

珪藻は環境によって形が変化するので、今回の結果を関連づけて環境変化を明らかにし、形がどの様に変化していて、それらの違いはどういうところからどうしてそのような違いが生まれるのかなど、珪藻の進化について調べたい。

糸魚川ジオパーク認知度アンケートから見える糸魚川のイメージ

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

Image of "Itoigawa" from questionnaire survey on the Itoigawa Global Geopark

Haruka OHKOUCHI, Atsushi MATSUOKA, Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

Keywords: Itoigawa Global Geopark, questionnaire, image, recognition

1. はじめに

ジオパークは「大地の公園」とよばれる。ジオパークの活動は全国的に広まりつつあるが、はたしてジオパークは一般の人にどれほど認知されているのだろうか？糸魚川ジオパークの認知度を調べるためにアンケートを行った。

2. 糸魚川ジオパーク認知度アンケート

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約8割で、認知度はまだまだ低いといえる。

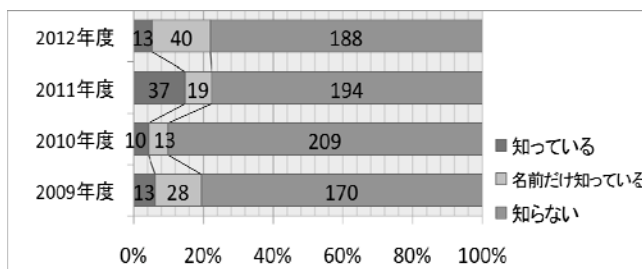


図1. 糸魚川ジオパーク認知度アンケートの結果

3. 「糸魚川」という言葉から連想するイメージ

このアンケートでは、ジオパークの認知度と合わせて、「糸魚川と聞いて思いつくことがあれば記入してください」という質問もしている。その結果、糸魚川から連想するいろいろなイメージが浮かびあがった。「フォッサマグナ」が最も多く、「ヒスイ」、「糸魚川—静岡構造線」が続く。地理の授業で習ったとの記述もあり、学校教育の影響が大きいことがわかる。その一方で、「お米がおいしい」、「小さい頃に行ったことがある」など、実体験に基づいた記述も見られた。

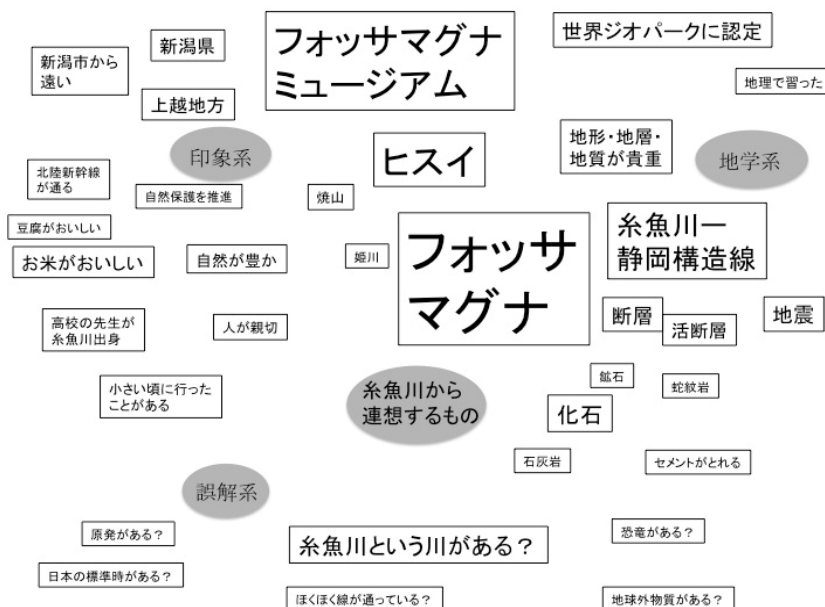


図2. 糸魚川から連想するイメージ分布図

勾玉とは何か～その起源と形の変化～

藤田 富士夫

元富山市教育委員会埋蔵文化財センター，富山県中新川郡上市町極楽寺 2

e-mail: tengtian@ma.net3-tv.net

What is a Comma-shaped Bead? ~Its Origin and Changes in Forms~

Fujio FUJITA

Former Director of Center for Archaeological Operations , Toyama City of Education、

2, Gokurakuji, Kamiichi-machi, Nakaniika-gun, Toyama-ken

Abstract : Comma-shaped beads symbolize periods. With regard to their origin, I have proposed a theory that they are the imitation of fangs judging from their oldest forms (in the latter stages of the initial Jomon Period). Their forms became diverse in the late to final Jomon Period. The stylization of forms began in the middle Yayoi Period and the representative forms became the symbol of royal power in the early Kofun Period. The forms and materials of comma-shaped beads differ from period to period. In other words, it can be said that “each period decides the forms, materials, and signification of comma-shaped beads.”

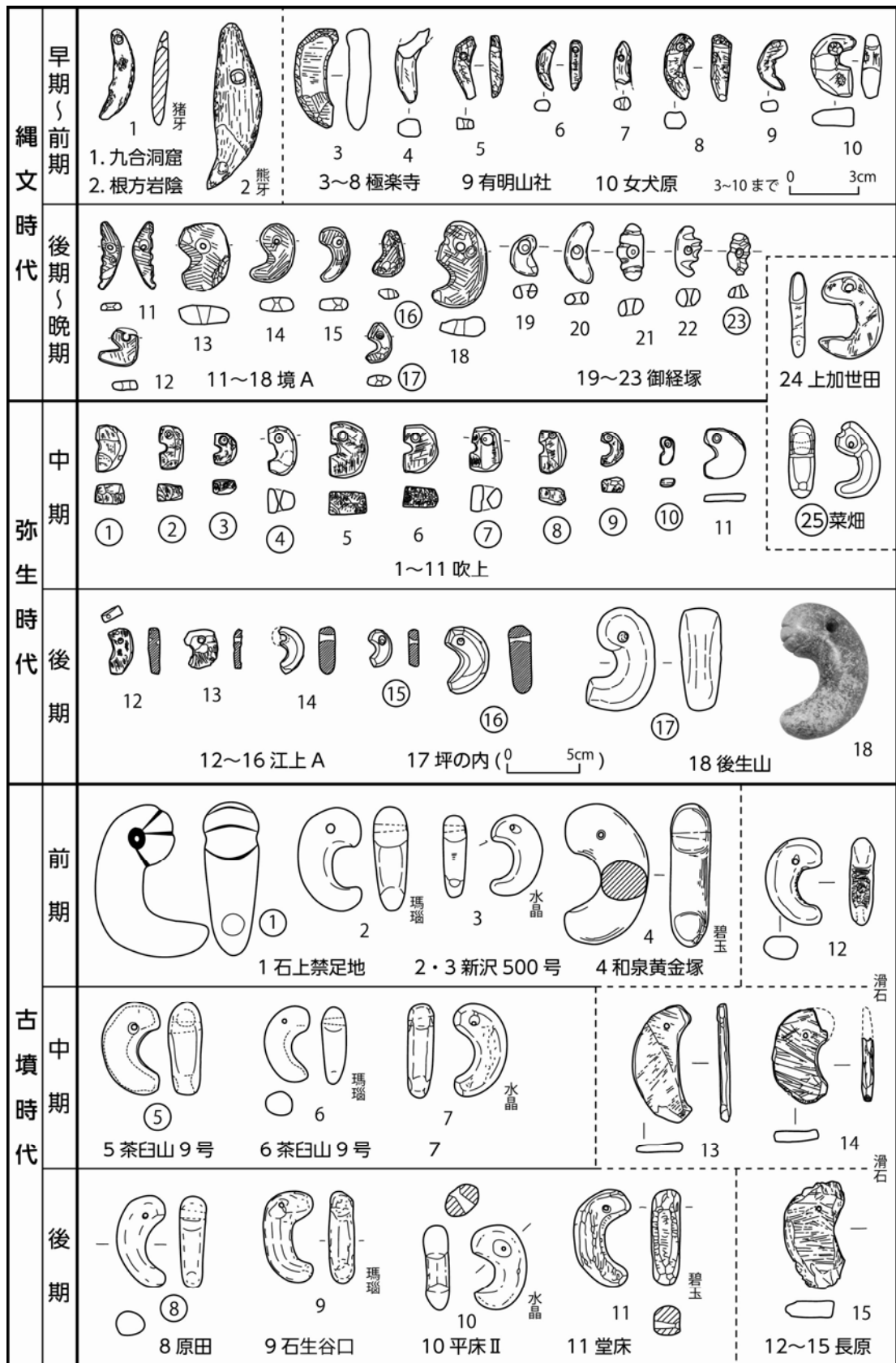
Keywords : imitation, diverse, stylization, period, symbol

先史勾玉 勾玉の起源は動物の牙の模倣に求めることができる。最も古い時代の勾玉は縄文早期末葉～前期初頭の極楽寺遺跡（富山県）などに見られ尾部が尖るのを特色としている。縄文中期の例は少ない。後期～晩期には獣形勾玉など形態に多種化が見られると同時に翡翠製のものが現れる。この現象は「第二の道具」の盛行と連動している。

弥生勾玉 北陸で玉作が盛行した。弥生前～中期の勾玉は小形品で（類）半琰状型の傾向を成す。縄文晩期の九州型のコ字状勾玉や無文土器時代の朝鮮半島の半琰状勾玉が、稲作文化の北進に伴って形態に影響を与えたと思われる。画期となる文化期である。弥生後期には定型勾玉が普遍化し翡翠製の大型勾玉や丁子頭勾玉が出現し、それは王権のシンボルとしての古墳勾玉の直接的なルーツとすることが出来る。

古墳勾玉 古墳前期の王権のシンボルとしての勾玉には定型勾玉や丁子頭勾玉があり副葬品となっている。高志地域では「翡翠製勾玉」が、出雲地域では「碧玉製、瑪瑙製、水晶製勾玉」が生産された。またガラス製や稀には銀製勾玉も見られる。出雲玉作では頭尾部端が先鋭に表現するのを特色とする。古墳中期からは滑石製の石製模造品（祭祀具）が多産される。それは出雲玉作の系の影響下に誕生した祭祀具とできよう。

まとめ 勾玉は時代ごとのカタチを表意している。「先史勾玉」は狩猟採集民が育み、「弥生勾玉」は稲作農耕民の集団的祭祀具として誕生し、「古墳勾玉」は王権のシンボルや神マツリの祭祀具として定型化が成された。「時代が勾玉のカタチや素材、意義を決定している」とも言えそう。発表では、その具体を論じてみたい（なお参考文献は割愛した）。



勾玉の形態の変化

(○数字は翡翠製) —古墳時代は(糸田 2009 年、市川・島崎 2005 年)を参考として作成した—

地質が決める地形と生物の分布

小泉武栄（東京学芸大学、自然地理学・地生態学）

1. はじめに

地質が地形や植生の分布を決めているという、素人はびっくりするが、プロないしセミプロ、あるいは日本の山をよく知っていると自認する人は驚かない（または驚かないふりをする）。そしてそんなことは当たり前だという。では事例を挙げてみて、という、石灰岩や蛇紋岩が植物の分布を決めている例があるという。これは岩石の化学成分が決めているケースなので、他にある？と聞くと、ちょっと困って、確か何かあったはずだという。そこで私がこんな事例もありますよと2, 3示すと、そうそう私もそう思っていたんです、という。この件ではいつもこんな具合である。挙句の果ては、小泉さんの話は簡単でいいですねえ、私のは実験が大変なんです、とのたまう。簡単ならば本人にやってもらいたいものだが、出てきた試しがない。私のやっているような分野を地生態学というが、今日はその話をいろいろ紹介したいと思う。ぜひ参考にさせていただきたい。以下、順不同で。

2. レバノン山脈の川

わが国では川というものは上流へいくほど分かれ、だんだん細くなって、網目状の水系を作るのが普通である。しかしレバノン山脈（高さは 3000m 強と日本アルプスに匹敵し、同じ緯度にある）の場合、川は山の中腹から突然始まり、そのままの幅で地中海に注ぐ。枝分かれは1, 2本。その理由は石灰岩地という地質にある。なぜそうなるかは当日。

3. 四国見残海岸のタフォニ

足摺岬の近くに見残という海岸がある。三崎層群という砂岩や泥岩からなる地層が分布しているところだが、その岩には、蜂の巣状の模様、大小の円形の窪み、丸太のようなものなど、実にさまざまな地形ができている。これをまとめてタフォニと呼んでいる。地質との関係がありそうに見えるが、まだだれも調べていないので、関係は分かっていない。またなぜこんな地形ができるのかもよくわかっていない。



図1 見残のタフォニの1例

4. 南紀州・古座川の虫喰い岩

よく似た侵食地形が南紀州・古座川にあり、虫喰い岩と呼ばれている（図2）。この岩は海岸ではなく、内陸にあり、まさに虫に喰われたとしか言いようがない地形である。凝灰岩質の岩にできやすいように見えるが、なぜそうなるのかは見当がつかない。やはり虫が喰ったのであろう。



図2 虫喰い岩



図3 虫の喰った跡

5. 伊豆半島・石廊崎のタフォニ

石廊崎にはこんなタフォニもある。



図4 石廊崎

6. 伊豆半島・俵磯の柱状節理

伊豆半島の下田に近い爪木崎の半島には、俵磯と呼ばれる海岸があり、そこには見事な

柱状節理が発達する。



図5 俵磯の柱状節理

7. 高山帯における地質と植物群落の関係

気候条件がきびしい高山帯では、地質による植生の違いが山地帯よりはるかに明瞭に現れる。例として、北アルプスの白馬岳北方の西向き斜面の地形・植生景観を示す（図4）。中央には白い色の砂礫斜面が広がり、手前と中景には植被に覆われた斜面がある。一見してすぐわかるように、植被のつき方の違いは地質を反映したものである。



図6 白馬岳高山帯の地質－植生景観

気候的に強風寡雪という共通した条件の下にありながら、なぜこのような違いが生じたのだろうか。それは、地質ごとに風化の仕方が大きく異なっているからである。一口にいうと、中央の白くみえる部分は流紋岩地域で、そこでは、現在の気候条件下でも凍結破碎作用によって細かい岩屑が生産され、それは次々に斜面下方に向かって移動している。しかし、手前と中景の古生層の砂岩泥岩地域では、現在、岩屑生産はストップしており、斜面は氷期に生産されたと考えられる礫や岩塊で覆われている。

それぞれの場所に生育する植物は、こうした土地条件を反映してはっきりと分かれることになった。流紋岩地域では、表土が不安定なために、コマクサやタカネスミレ、イワツメクサなどがまばらに生えるだけである。これに対し、砂岩泥岩地域では、安定した土地条件を反映して植被率は高く、オヤマノエンドウやイワスゲ、ノガリヤス類、トウヤクリンドウ、ガンコウランなどからなる、風衝草原が成立している。この場合、植被の違いをもたらしたのは、凍結破碎作用に対する岩石ごとの反応の差と、できた岩屑の粒の大きさ、それに岩屑の移動性の違いである。

北アルプスや中央アルプスの花崗岩地では、ハイマツに覆われた岩塊斜面と、砂礫地が

交互に出現する。同じ花崗岩だが、基盤に入った節理の密度の差により、岩塊斜面と砂礫地が生じ、それが植生に反映している。節理の少ないところでは、氷期に凍結破碎作用によって粗大な岩塊が生産され、長大な岩塊斜面ができた。そこは、現在、もっぱらハイマツ低木林に覆われている。一方、砂礫地があるのは、基盤が断層等で破碎された部分に該当し、細かい岩屑が生産されるため、砂礫地になっている。

8. 森林限界を押し下げた早池峰山の岩塊斜面

北上高地の早池峰山では、頂上部の橄欖岩が氷期に破碎され、岩塊斜面を形成している。そこではシラビソ、オオシラビソは生育できないため、森林限界は気候的に決まる高度より700mも低下し、森林限界以上にはもっぱらハイマツやコメツガの低木、ナンブイヌナズナ、ハヤチネウスユキソウなどが生育している。



図7 上からみた森林限界線

9. 北海道におけるナキウサギの分布

北海道におけるナキウサギの分布も、ナキウサギが岩塊地をすみかとしているために、地質に大きく制約されている（川辺、1989、1992）。

ナキウサギは東シベリアからカムチャツカ半島に分布域をもつキタナキウサギの亜種で、エゾナキウサギとも呼ばれ、氷河時代に南下してきたものの生き残り（レリック）である。わが国では北海道にのみ生息するが、分布は大雪山系を中心に北見山地、日高山脈、そしてこれに並走する夕張山地に限られる（図3）。

分布が山岳地帯に限られていることから、結論を急ぐと「ナキウサギは北方系の動物であるから、寒冷な高山でなければ生活できないのだ」ということになりそうだが、実際には、南日高では海拔250～300ミリ、もっとも低いところでは海拔50mのところでも生息地が確認された（川辺、1990）。

こうした事実から川辺は、ナキウサギの分布を決めているのは気温ではなく、彼らのすみかにあると考えた。ナキウサギのすみかは岩が累々と積み重なる岩塊地であって、泥岩や粘板岩のように小さく碎ける岩石の分布地には生息できない。岩塊になりやすい岩石は、花崗岩やかんらん岩などの深成岩類と安山岩などの溶岩、溶結凝灰岩、それに変成岩類にほぼ限られるため、ナキウサギの生息地域もこれらの岩石の分布地に限られてしまう。図に示したナキウサギの分布地より北にも西にも高い山はあるが、そこにナキウサギが分布しないのは、このためだと考えられている。

ジオパーク普及のための“形”の活用 – 見立ての効用

松岡 篤

新潟大学理学部/形の科学研究センター, 新潟市西区五十嵐2の町 8050

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

Exploitation of forms for popularization of geoparks

Atsushi MATSUOKA

Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

Keywords: geopark, form, likeness, geo-tour, seasonality, yukigata

1. はじめに

ジオパークは「大地の公園」とよばれる。2013年5月現在、日本には5つのグローバルジオパークと25の日本ジオパークがある。ジオパークの活動は全国的に広まりつつあるが、普及にあたっての問題点もある。そのひとつはジオパーク自体の認知度が低いことがあげられる。新潟大学で実施した大学生の意識調査でも、糸魚川ジオパークはあまり知られていないことが明らかになっている[1] [2]。ジオパークの認知度が低い背景には、学校教育のなかでの地学が置かれている状況も関係している。初等教育では、教師層が地学にかかわった経験に乏しいために、子どもたちに地学の面白さを十分に伝えられないこともあるときく。また、高等学校では、地学の授業を開設しないところも多い。結果として、地学は日本国民にとって近づきにくい存在になっている。このような状況を少しでも打開するために、「形」を活用したジオパークの取り組みについて考えた。

2. 季節性のある見所の開発

一般的に地質の対象物は、季節性に乏しい。地層や岩石は、どの季節に観察しても大差がないことが多い。したがって、見学者の側からみると、いつ訪れても同じという感想をもちやすい。このことは時期にかかわらず見学できるという自由度がある反面、繰り返し訪れようというモチベーションが高まらないことにも作用する。地質対象物の没季節性は、ジオパーク地域へのリピータを増やすにはマイナス要因といえる。

日本列島のような四季のコントラストが大きい地域では、見どころに季節性を加えることに効果があるだろう。新緑、開花、紅葉、落葉といった植物の季節性を組み入れた見どころの紹介はジオサイトの魅力を増大させる。チョウ・トンボの発生や蜚のような昆虫の活動期とジオサイトを絡ませるのも面白い。

天文や気象も地学の守備範囲である。天体の運行には、規則的な時間変化がともなう。日の出や日の入りは、天候が良好なら確実に予定が立てられる。ある場所からみて、特定の場所から昇ったり沈んだりする太陽や月を眺めるツアーがあってよい。気象は、時間変化の大きい自然現象である。雲や霧の発生、降雨・降雪を考慮にいれたツアーも組めるのではなかろうか。悪天時の見学地点を開発するのも重要な課題だと思われる。

3. 形を介した地質対象物の見立て

岩石・鉱物の名前や地質現象を表す用語で、市民権を得ているものは少ない。なじみのなさが、ジオパークへの関心が高まりにくい原因になっているようにもみえる。この傾向を軽減する方法として、一般的によく知られているものに見立てて対象に近づいてもらうというやり方が考えられる。

山の形を既存の対象物に見立てることは多い。〇〇富士というのは、各地にみられる円錐形の山塊を富士山に見立てたものである。烏帽子岳、冠山、屏風岩などという名称の由来は、形の類似によるのであろう。山塊よりサイズの小さい岩塊に名前がついていることもある。糸魚川ジオパークの「トットコ岩」は、岩の形をニワトリに見立てたものである。海岸や河原の石ころを拾うことは、地学の学習としてよく行われる活動である。岩石について説明する際に、形を導入として利用することは興味を引き出すのに有効である。

4. 季節性で見立てをもつ素材「雪形」

雪形とは、融雪の時期に山肌に現れる残雪の形をなんらかの対象物に見立てたものである。農作業との関係で季節を示すサインとして利用されてきたものも多い。佐渡の金北山に現れる「種まき猿」(図1)は、国中平野の広い範囲から確認でき、農作業の開始の目安となってきた。



図1. 佐渡の国中平野からみられる金北山の「種まき猿」。

雪形は白一色で何も無いところから雪解けにより形が生じるという特徴をもつ。典型的な季節性のあるパターン形成とみなすことができる。そのパターンを既存の対象物に見立てるというしくみをもつ。降雪地域であれば、各地に雪形は認識されていて、地元の人たちには広く知られているものも多い。これらをジオパークの魅力として取り入れることは、有効な方法である。さらに、新たな雪形を見いだして積極的に利用するのもよい。雪形にまつわる物語をつくることも雪形の魅力を増し、定着させるために効果が期待できる。夜空に点在する星達の配置を星座としてなにかに見立てて、物語を作ることになっている。

5. おわりに

上述したように、形を仲立ちとして地学への導入を図ることは、ジオパークを身近な存在にするうえで有効な手法であるといえる。ジオパーク地域へのリピータを増やす方策としては、季節性を意識したジオツアーの開発が考えられる。季節性のある形を活用する雪形見学ツアーは、その有力な候補である。

文献

- [1] 松岡 篤・栗原敏之(2013) ジオパーク ―大学から地域へ、そして世界へ―。ブックレット新潟大学 61, 新潟日報事業社, 70p.
- [2] 大河内春香・松岡 篤(2013) 糸魚川ジオパーク認知度アンケートから見える糸魚川のイメージ。形の科学会誌, 28(1).

佐渡のジオパーク～これまでの歩み～

市橋 弥生

佐渡市教育委員会 社会教育課 ジオパーク推進室, 新潟県佐渡市秋津 1596

e-mail:sado-geopark@city.sado.niigata.jp

Geopark of Sado Island

Yayoi Ichihashi

Geopark Promotion Office Sado City Board of Education

1596, Akitsu, Sado, Niigata

Keywords: Geopark, Sado Island, education

はじめに

佐渡市は、平成 23 年度から教育委員会内にジオパーク推進室を設け、ジオパークに関する活動を本格的に開始した。今回は、これまで取り組んできたジオパーク推進活動の中でも市民講座とその受講生について紹介する。

ジオパーク市民講座

ジオパーク市民講座とは、佐渡市教育委員会が平成 22 年度から実施している講座である。平成 22 年度は「ジオパーク推進室」の前身となる「ジオパーク準備室」が実施し、平成 23 年度からはジオパーク推進室が引き継いだ。

「実物を見る」「大地と人間の生活との関連性に気付く」「ジオパークとは何かを理解する」ことを目的に、約半年間かけて 10 回の講義・実習・野外巡検を実施した。内容は主に佐渡島の地質に関することである。

毎年、定員を超える申し込みがあり、特に初年度となる平成 22 年度は、「ジオパーク」という言葉を初めて冠にした講座の募集にも関わらず定員 20 名の 2 倍強にあたる 53 名の申し込みがあり、急きょ実施日を設けて対応した。

平成 23 年度は前年度の申込状況を考慮し、実施日を増やして対応したが、やはり定員を上回る申し込みがあり、見学地を回るマイクロバスの定員に合わせて抽選を行った。なお、抽選で漏れた応募者に対しては、1 日の講座を設け、ジオパークの世界を体感していただいた。

平成 24 年度は、裾野を広げようと初級コースを新たに設けた。回数を半分の 5 回とし地質の要素も少なくして自分たちの住む地域を新しい視点から眺めることを目的とした。従来の講座も、中級コースと名称を改め、将来ガイドを目指す人を対象に開講した。同年度 12 月からは中級コース修了生を対象にガイド養成講座を開講した。ガイド演習や、救命法など全 6 回の講義を行い、現在 21 名のガイドが誕生している。

ジオポイント探しの旅

佐渡ジオパーク構想では、10 のジオサイトを設定している。講座の中では、全てのジオサイトを巡る訳ではない。「地域の宝探し」の面白さを知った受講生たちは、講座で巡ら

なかった地域の新たなジオポイントを見つける旅を企画した。

今回、受講生たちは、自らが知っている見学場所を披露し合いながら旅を続けた。市民講座では、まだまだ岩石や地層、化石などに着目したジオポイントの比率が多いが、この旅で受講生が紹介し、現地で見つけた見学地は、ジオポイントとして有効であり、今後、コースを作るうえで大変参考になった。例えば、漁業の境界など、地質・地形に限らず、様々なものがジオポイントになり得るということを受講生たちから学んだ。島での日常生活や仕事、幾多の経験から得た一般市民の知識は貴重であり、奥が深い。

糸魚川ジオパークへ行こう！

平成 23 年度の講座も残り 2 回となった頃、「講座が終わっても一緒に何か学びたい。」という思いから、受講生の中から有志が生まれ糸魚川ジオパークへの見学旅行が計画された（図 1）。この旅行では、受講生たちが生き生きと先進地のジオパークを見学して回り、佐渡のジオパークと関連する部分や違いなどについて積極的に学んでいた。



図 1 糸魚川 GP への見学旅行

講座が修了すれば主催者の役目は終わりだが、生涯学習の観点からいえば講座が終了しても受講生が自主的に集い見識を深めることは大きな意味がある。「ジオパーク」というキーワードがなければ、この受講生の輪は生まれていなかった訳である。市民講座から、自主グループが生まれ、精力的な活動を展開していることは、推進する立場としては大きな意義を感じている。また、参加者の中には、認定ガイドとなった受講生も含まれており、この時案内していただいた糸魚川ジオパークのガイド案内は十分参考になったようである。

おわりに

佐渡では、教育委員会をはじめ、歴史探訪の関連やトキなどに関する様々な講座が各地で開かれている。その中でも、ジオパーク市民講座は大変盛況である。同じ教育委員会内で開講している講座は、定員に満たない講座も多々ある中で稀有な講座となっている。

毎年受講している受講生もいることから、講座内容も地質的な側面を抑えながら、動植物や歴史・文化といった佐渡に残っている資産と連動して考える講座内容の研究と構築が今後の課題である。

最初は「ジオパークの知識を増やしたい。」「よくわからないが、おもしろそうだ。」という理由で申し込んだ人もいた。しかし、実際に講座が始まると、「長年住んでいた佐渡でも生まれて初めて来た。」「見慣れた風景に新たな発見ができた。」「佐渡に日本海や島の成り立ちについての証拠が残されていることに驚かされた。」という感想が多く聞かれた。

ジオパークの魅力に気付き、講座を修了しても何かしらジオパークに関わりたいたいと思っている受講生たちが存在する。このような「ジオパークの人」は現在 100 名を超え、誰もがジオパークを楽しむことのできる組織、いわゆる友の会の設立も検討され始めている。

佐渡のジオパークを楽しみながら理解する人たちが増えることにより、島内外にジオパークの魅力が伝わる土壌ができ、佐渡の活性化に繋がっていくと考えられる。講座の内容の見直しという課題はあるものの、市民の輪を作り出す、広げる役目を実証した市民講座は、市民ボトムアップの普及ツールとして有効であると言える。

糸魚川世界ジオパークとジオツーリズム

竹之内 耕

フォッサマグナミュージアム、新潟県糸魚川市一ノ宮 1313

ko.takenouchi@city.itoigawa.niigata.jp

Geotourism in Itoigawa Global Geopark

Ko Takenouchi

Fossa Magna Museum, Ichinomiya 1313, Itoigawa, Niigata

Abstract: Geopark is a beneficial tool for regional development by making use of the characteristic natural and cultural resources, such as the landform, rocks, animals, and plants, as well as human history, culture, and tradition in the area. Geopark as a system includes promotion of regional development based on the integration of three fundamental elements of geopark activity, *i. e.*, conservation, education, and geotourism.

Keywords: Geopark, Itoigawa, Geotourism, Regional development

1. ジオパーク、地球と人との関係をみなおす公園

ジオパークはユネスコが支援する学習公園であり、ジオツーリズムによって持続可能な地域を実現する手段でもある。ジオパークは、従来型の生物・生態、歴史・文化の関連が示されるエコミュージアムに、地形や地質を加えた新たな公園といえる。これら展示すべき要素が保全され、教育やツーリズムに活用されている。地球と人との関わりを見つめなおした新たな価値や視点がジオストーリーとして提供され、教育的配慮が加えられたジオツーリズムが行われているのが特徴である。このように、ジオパークは地球と人との関係を知る、人類にとって大切な公園であるので、ジオパークの経営自体が持続可能であることが求められている。ジオツーリズムが流行って来訪者が多くなればジオパークがある地域の振興がすすみ、持続可能なジオパーク(地域)が実現するという仕組みである(図1)。

近年、ジオパークが日本に広がってきており、25 の日本ジオパークが認定されている。そのうち、洞爺湖有珠山(北海道)、糸魚川(新潟県)、山陰海岸(京都府・兵庫県・鳥取県)、室戸(高知県)、島原半島(長崎県)の5つが世界ジオパークに認定され、世界では26ヶ国90地域が認定されている(2013年5月現在)。

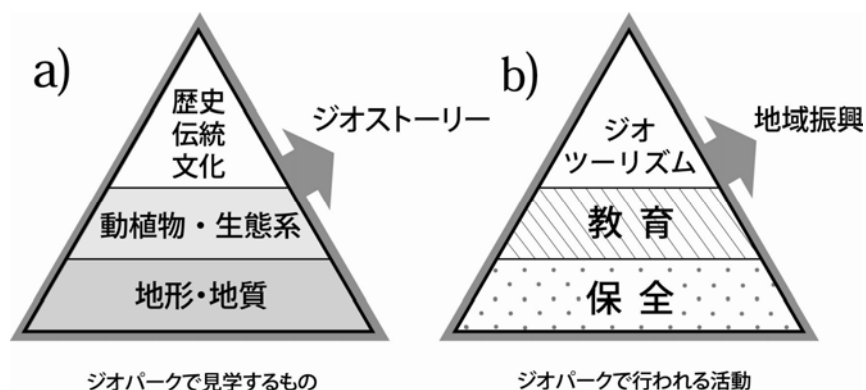


図1 ジオパークの仕組み

2. 糸魚川世界ジオパークの特徴

糸魚川は、フォッサマグナ（地質の溝状構造）の西縁断層である糸魚川－静岡構造線（以下、糸静線）の陸上の起点にあたりヒスイの産地としても知られている。日本列島を南北に走る糸静線の東側が地質学的な東北日本であり、西側が西南日本である（図2）。東側は、およそ2000万年前より新しい岩石からなり、西側は、おもに1億年から5億年前の古い岩石からなる。糸魚川の山々には5億年以上の歴史が刻まれており、岩石ができた環境も、地下深所、火山、海底などさまざまである。このように、糸魚川の多様な大地の遺産から、日本列島の主要な生い立ちを知ることができる。さらに、標高は、日本海（0m）から小蓮華山（2766m）まで変化し、砂丘、V字谷、氷河地形などの地形変化も明瞭である。

糸魚川は、大地の多様性を反映した動植物や歴史・文化が豊富である。糸魚川ジオパークには、テーマをもった24ヶ所のジオサイトが設定され、解説板やガイドブックが準備されている。後述するように、それぞれのジオサイトのストーリーが、散策路を歩きながら理解できるようになっている。

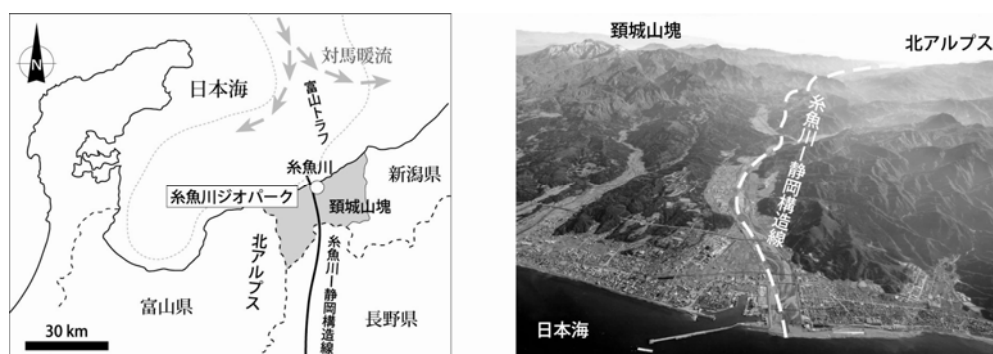


図2 糸魚川ジオパークの位置

3. ジオツーリズムの楽しみ方

糸魚川は地形や地質が豊富なだけ、さまざまなジオストーリーが楽しめ、それが魅力となっている。ジオパークはガイド付きツアーで楽しむことをおすすめする（図3）。ジオサイトをめぐるガイド付きツアーバス（一日コース）が運行されているのでそれを利用してよい。ジオパークでは大地と自然、歴史・文化のかかわりが説明される。ガイドブックだけではわからないところもガイドに質問することができ理解がさらにすすむはずである。ガイドは見学地の説明のほかに、地元ならではの風習やお祭り、郷土料理、おすすめの飲食店、おみやげなども紹介してくれる。たとえば、カニの旬の季節、漁法、おいしいカニの見分け方などを聞けば、カニを知ることによって料理をさらにおいしく食べることができる。お酒づくりも地下水や地形、地質を反映していることが多い。なぜ、地すべり地のお米がおいしいのか、さらには、耕作地の中でこの田んぼのお米が一番おいしいなどという話も聞ける。糸魚川では、市民をはじめ飲食業、宿泊業を営む人々がおもてなし力を発揮しようと地元のジオパークに関することを学習している。「ジオパークマスター」の資格をとったお店ではのぼりがたてられている。独自の料理メニューやお菓子も開発され、居酒屋ではジオメニューがある。これらは基本的に地元の食材を使用したり、ジオパークのイメージに関連したユニークなものであり、これらを探してみるのもおもしろい。

ガイドに頼らず自分たちで巡りたいときには、ジオパークの情報センターであるフォッ

サマグナミュージアムに最初に立ち寄ることをおすすめする。ジオパークの案内があり、見学に必要なマップ、ガイドブック、リーフレットなどが準備され、おすすめコースも教えてくれる。ジオサイト間の移動にはバスや鉄道（大糸線）も利用できる（図4）。



図3 ジオパークガイド



図4 ジオサイトを結ぶバス

4. ジオストーリー

（1）糸魚川－静岡構造線と塩の道

塩の道（国指定史跡）は、戦国時代に塩の入手に苦勞していた甲斐の国へ、越後の上杉謙信が塩を送ったと伝えられる古道である。ここから「敵に塩を送る」という言葉が生まれたとされる。この道は、越後と信州を結ぶ重要な交易路であり、越後からは塩や海藻などの海産物が、信州からはタバコや穀類が往来した庶民の生活の道でもあった。荷物を運ぶ歩荷たちは、むしろ積雪期に積極的に運搬をかってでたという。農閑期のよい副収入になったからである。

塩の道は、糸静線の断層経路をたどるように山間部に続いている。大断層ができたことで断層破碎帯が形成され、そこが選択的に侵食されて低地帯ができあがった。結果的に、その低地に沿って塩の道がつくられたことになる。山間部を深く刻む姫川溪谷は、土石流をたびたび流す暴れ川であり、姫川に沿って道をつくることは困難であった。古道沿いには、石仏、道標（図5）、茶屋跡などが残り雑木林の中を道がたどる。歩荷たちの運搬道具（国指定民俗文化財）が塩の道資料館で展示され、糸静線の断層がフォッサマグナパークで見学できる（図6）。大断層と古道を往来した人々の暮らしを知ることができる。



図5 塩の道の道標



図6 糸静線の断層

（２）小滝川ヒスイ峡

小滝ヒスイ峡（国指定天念記念物）では、清流に洗われたヒスイ岩塊が見学できる（図 7）。1938 年、日本で最初に発見されたヒスイ産地であり、地質学だけでなく、考古学・宝石学の分野にも大きな影響を与えた。日本各地の遺跡から出土するヒスイの由来が大陸渡来か国内産かが議論されていたが、この発見が、のちに実証される国内産説を有力にした。ヒスイは縄文時代から大切にされた日本最古の石であり、長者ヶ原遺跡（国指定史跡）を中心とした日本のヒスイ文化は、中米のマヤ文明やオルメカ文明をしのぐ世界最古である。

ヒスイは、約 5 億年前の地下深所で形成された変成岩であり、その後、マントル由来の蛇紋岩の上昇によって地表へと持ち上げられた。約 70 万年前から始まった日本アルプスの急激な隆起運動によって土石流が生じるようになり、比重が大きいヒスイが下流に運ばれるようになり、やがて海岸まで広がった。このような大地の事件が、ヒスイ文化を育んだといえる。ヒスイ峡からそびえる明星山（1188m、図 8）は、約 3 億年前のサンゴ礁が変化した石灰岩でできており、サンゴ、ウミユリなどの多くの化石を含んでいる。ロッククライマーが命がけで登る断崖は、はるか昔にプレートが運んできたサンゴ礁の残骸である。



図 7 水流に洗われるヒスイ



図 8 高浪の池と明星山

5. 日本におけるジオパークの可能性

日本列島は、大陸的な雄大さや単調さとは対照をなし、狭い空間に景観の多様性が際立っている。多様な箱庭的景観が日本列島の特徴といえる。これは、日本列島の生い立ちと深く関係しており、安定的な大陸地域とは異なる日本列島の変動帯としての性格が強く反映している。日本をたびたび襲う地震活動や噴火活動は、日本列島をつくってきた地殻変動の延長上にある。普段、私たちが見慣れている山々、盆地、平地、谷などは、日本列島の繊細な地殻変動が育んだ景色であるといえる。ジオパークは、大地（地形や地質、地殻変動など）の歴史に光をあて、動植物ばかりか私たち人間の暮らしや歴史との関係をもう一度、見つめなおす公園であり、地域づくりの運動でもある。箱庭的景観をもつ地域はジオパークになる資質をもっている。さらに、ジオパーク活動自体が自然豊かな地域の振興策に利用できることもあり、今後、ジオパークが増えていくことが予想され、ジオツーリズムが日本人の新しい旅行スタイルとして定着していくことが期待される。

第74回 形の科学シンポジウム「機械・乗物の形ー過去・現在・未来ー」

討論記録

【主催】形の科学会

【会期】2012年11月16日(金)、17日(土)、18日(日)

【会場】東京農工大学工学府 小金井キャンパス 11号館 5階 〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16

交通アクセス：<http://www.chiba-u.ac.jp/access/nishichiba/index.html> (JR 東小金井駅より徒歩 10 分)

【世話人】平山修 (代表世話人)、佐野理 〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16 東京農工大学工学府

【参加費】会員・非会員とも一般 3000 円、学生 1500 円

【懇親会】2012 年 11 月 17 日 (土) 18:00 エリプス 3 階

プログラム

11 月 16 日 (金)

機械・乗物の形 招待講演

人体とロボットの形と機能

水内郁夫 (東京農工大学工学部)

Q: 人体の構造をまねるとき、100%まねる必要はないのではないか。人体は絶えず成長しているし、故障があれば、生活しながら修理する。それまでまねるのは困難であろう。(高木隆司)

A: それは理解できる。しかし、そのような生物特有の要請にも興味を持っている。

Q: 人間の滑らかな動きが実現されていることに感銘を受けた。と同時に人体の形状と機能の巧妙な仕掛けが垣間見えて興味深かった。ところで、ロボットに通常の人間の持つ能力以上の、例えば、体の大きさや長さのバランス、発揮できる力の大きさなどを変えた時にどのような動きが適切かを決める方法論(方針)などについて何かコメントをいただけるか？(佐野理)

機械・乗物の形

壁・天井面移動ロボット支持機構のための適切な摩擦・支持力を発揮するゴム形状

坂梨菜津子、水内郁夫 (東京農工大学工学部)

Q: プラスチックの波形板とシリコンゴムの静止摩擦をあつかっている。その摩擦の仕組みは何か。機械的な引っ掛かり、あるいはファンデスワールス力か。(高木隆司)

A: はっきりとはわかっていない。おそらく、その両方であろう。

Q: 支持しようとする物体の形状に合わせてゴムの伸長させ方を変えていく機構が必要ではないか。(松浦執)

A: そう思う。将来的には形状センサのようなものを用いた機構を考案したい。

Q: 支持機構にゴムを使用することが最も適切な状況は、どのような場合でしょうか(現在スケールだと、かなり大きな凹凸しか捉えることができないのでは？)(佐野治翔)

ノイズを利用したゾウリムシロボットの探索行動

石渡慎吾、岡駿資、倉本真 (横浜国立大学)

Q1: 光量が好適な場に最も高い滞在確率を示す場合に比べ、滞在確率の低いときに光量の高い領域にはあまり入らず、周辺に滞在しているのはなぜですか？(松浦執)

A1: ゾウリムシの走性行動のスキームでは、最適の場所はむしろ直進して通り過ぎ、その周辺に留まる傾向にあります。今回の実験は、光強度の高い場所に対する滞在率で判断した結果であって、もしかすると周辺に滞在していた方が最適条件だったのかも知れません。加えて、最適な場所が壁際にあ

り、壁との衝突における回避行動として設定した後退動作と好適な場所での直進動作との繰り返しが生じて、最適場所の滞在率が高く計測されてしまったものと考えられます。

Q2: ロボット軌道は光量の傾勾の強さにも依存するのでしょうか？(松浦執)

A2: 本物のゾウリムシは勾配に応答することが知られていません。本ロボットも勾配応答を基本としていますが、探索効率は高いものではありません。実験では効率を高めるために、間接的ではありますが、光強度の情報も取り入れています。現在、勾配応答のみのロボットを試しているところです。

Q: ゾウリムシの探索行動では液体の流れを介した情報伝達もあるのではないかとゾウリムシの集団ではそのような流体力学的相互作用とノイズの強度の大小関係により探索行動に差が現れないのか？(佐野理)

A: 流れの影響については考慮して来ませんでした。ノイズ強度との関係も不明です。ゾウリムシ集団の相互作用としてはゾウリムシ自身が分泌する代謝物に対する化学走性が指摘されています。熱走性による集合を強化することが考えられます。実際、単独のときより集団の方が温度変化に対して鋭敏に応答します。

形の科学一般／形と知

マイクロマシン活用を目的としたゾウリムシの行動制御

難波俊介 (東京農工大学工学府)、石渡信吾 (横浜国立大学)、和田正義、平山修 (東京農工大学工学府)

Q1: ゾウリムシ集団の電場応答を利用して集団の移動や小球の移動を試みるということと理解したが、この実験で「高密度集団」と「低密度集団」の協境界はどこにあるのか？ゾウリムシ個体の動きに依存する部分と集団運動による部分はどうに区別しているのか？(佐野理)

Q2: 小球の移動の原因はゾウリムシと小球の衝突によるのか、それともゾウリムシの移動に伴う流体の流れによるのか？(佐野理)

アバダーとエージェントによる web システムでの学習活動の可視化

藤本祥子、松浦執 (東京学芸大学教育学部)、内藤求 ((株) ナレッジシナジー)

Q1: アバダー(化身)とは、学習するユーザーの達成度を示すものか。(高木隆司)

A1: その通りである。

Q2: アバダーの形をユーザーがデザインすることができるか。(高木隆司)

A2: 今作っているシステムではそれはできていない。

パチクリ EQG のいろいろ

蛭子井博孝（卵形線研究センター）

Q：三次元や動画等に発展することも考えていらっしゃいますか？（水内郁夫）

A：イタリアの方で Facebook で公開している方を最近知った。バラ等も作っている。2D と 3D は違う味があると感じている。

機械・乗物の形 招待講演

飛行機とパラシュートの形

新井紀夫（東京農工大学）

Q：最近いわゆるパラシュートよりパラグライダーが目立つことが多いが。（阿竹真人）

A：パラグライダーは移動をコントロールできる半面つぶれたりする可能性も高く、重い物や高速時には向かない。一度パラシュートで速度を落としてからパラグライダーを開くことも考えている。

Q：ダヴィンチのスケッチに、ピラミッドのような 4 角形を持つパラシュートがある。これを落とすと安定して落ちるだろうか。（高木隆司）

A：アメリカの NASA の研究によれば、4 角形の方がよいそうである。

Q：静止飛行機には役立つでしょうか。（蛭子井博孝）

A：静止は難しいがアメリカ軍が何かかんがえている。

Q1：自然界に非対称な飛行する生物や遊泳する生物はありますか？（栗田治）

A1：探したけれども、どうもそのような生物はいないようです。

Q2：非対称な飛行機の長所・短所を教えてください。（栗田治）

機械・乗物の形

パラシュートの形状特性の研究

美濃部貴幸、高橋俊、新井紀夫（東京農工大学工学部）

Q1：パラシュートにギャップを作ったときの効果について計算をしているが、ギャップを経線方向に作る場合と緯度方向に沿って作る場合の違いは何が一番大きいのか。（佐野理）

Q2：ディスクギャップが大きいと形成される渦輪の列も大きくなるので、それらの相互作用でパラシュートの移動に大きな変動を生じることにはならないか。逆に小さな(弱い)渦輪列ならすぐに壊れ、変動幅も小さく抑えられることにはならないか。（佐野理）

Q1：ディスクギャップがあると、終端速度はどうか。（平山修）

A1：終端速度は大きくなる。

Q2：終端速度が大きくなると安全上好ましくないのではないのか。（平山修）

A2：横方向の移動差が抑えられることが重要である。

Q：計算ではパラシュートの形は変化しないことを仮定しているか。実際には、傾けて落下させたときパラシュートの一部が凹む可能性はないか（高木隆司）

A：形の変化は取り入れていない。45° 傾けた場合、パラシュートの上側にできる渦を見ると、実際には凹む可能性がある。

羽ばたき航空機に向けた翼に関する研究

山手瑞貴、田近義宏、高橋俊、新井紀夫（東京農工大学工学部）

Q1：スライド機構で研究しているが生物の羽ばたきは船のろのように回転では。（阿竹克人）

A1：スライドは解析の容易なモデルを選んだので、将来的には 8 の字運動を目指している。

Q2：羽ばたきに垂直方向の推力のほうが出る気がするが。（阿竹克人）

A2：羽ばたき方向の揚力も出ている。

形の科学一般

バイパス術治療による脳動脈瘤内流れに関する研究

西田梨奈、馬場拓真、高橋俊、新井紀夫（東京農工大学工学部）

Q1：実験・計算のいずれも定常流を仮定しているが、実際の医学的応用を考えると拍動流を考えなくてはならないのではないか？

Q2：瘤部に形成される渦の時間スケールと拍動の時間スケールはどの程度違うのか？（佐野理）

Q1：バイパスありの場合、動脈瘤の方に戻る液量が少なくなるので、なしの場合に比べて、瘤の中に入る液量は少なくなると思うが、バイパスをつなぐ角度を 90 度でなくもっと変えたと、その効果はさらに大きくなるのではないか。（平山修）

A1：つなぐ角度を変えると瘤の中に入る流量は減るが、branch に流れる量が少なくなりすぎてもよくないという面がある。両方を考慮する必要がある。

Q2：動脈瘤が破裂する原因は中の圧力が高くなりすぎて瘤の膜の強度を超えることであると考えてよいのか。（平山修）

A2：それ以外の要因もある。圧力を小さくするために液量を少なくすると、組織がもろくなってしまうということも指摘されている。

固体球の流体衝突による界面不安定性

桂木洋光（名古屋大学大学院環境学研究科）

Q：イトカワが回収したサンプルで粒子衝突によってフィンガリング状の形が現れたのは、衝突時の発熱によって液体化が起きたと考えてよいのか（高木隆司）

A：私もそう考えたい。しかし、その証明は簡単ではない。

Q1：フィンガー数についての実験例を示されたが、フィンガーの間隔は等間隔か？（佐野理）

Q2：表面張力の関わる実験では、表面状態やコンタミネーションなどに敏感だと思われるが実験の再現性はどうか？（佐野理）

A1：ほぼ等間隔ではあるが、きちんと調べたわけではない。

A2：確かにデータのバラツキの原因は主に表面張力の変化によるものと思われる。

粘性流による粒状体中の半球形空洞の崩壊過程

山田悠平、佐野治翔、佐野治翔（東京農工大学工学部）

Q：臨界速度が決まる物理的な理由（平山修）

A：マクロな空洞表面において、流れによる応力集中が起こり、粒子間の摩擦力を超えるときに崩壊が起こる。

渦輪の衝突による粒状体表面へのパターン形成

吉田隼也、佐野理（東京農工大学工学部）

Q1：クレーター掘削時の粘性応力の見積もりがありましたが、粒体の粒径の効果はどうなっているのか？（桂木洋光）

A1：A1：実験的にはシールズ数とレイノルズ数を軸にして相図がかけられる。シールズ数は粒子の流されやすさ、レイノルズ数は渦輪の運動量と関連するため、低シールズ数かつ低レイノルズ数の領域では衝突痕は形成されない。粒状体の粒径の効果はこの際のシールズ数の中に現れている。

Q2：粒子層厚の効果は？（桂木洋光）

A2：5～6 粒子層くらいまで掘削される。それ以降はほとんど影響をうけない。

Q：衝突距離が長い場合、Widnall 不安定を生じた沼輪を、粒状体表面だけでなく固体平板に当てる実験をしたらどうか。
(高木隆司)
A：それは計画している

鉛直加振による粒状体の undulation 形成の研究

土勢督史、佐野理（東京農工大学工学部）

Q1：臨界（fa）cは何で決まるか。（平山修）

A1：結論には至っていないが、加振の振動数・振幅だけでなく、粒状体を連続体とみなしたときの実効的な密度、ヤング率、ポアソン比、粒子間の摩擦係数、粒子層と容器底面の衝突時間など多くの要素に依存すると思われる。現在、それらの依存性を検討中である。

Q2：Undulation の個数 n はどのように決まるか（平山修）

A2：境界条件から固有振動が決まるが、n はそれだけでは決まらず、ほかの要因もある。まだ完全には分かっていない。

砂漣形成の初期条件依存性

石井一輝、佐野理（東京農工大学工学部）

Q：同心円筒を用いることで、直方体容器を使う場合と比べてどういう点が異なるか。（平山修）

A：半径方向の 2 次流ができることで内側に壁ができる。これが 2 次元的な実験の条件とするのに有用。直線容器だと実験時間は有限だが、これはそのような制限はない。

水平アクリル円筒における粒状体の回転偏析の実験

大沼誠、佐野理（東京農工大学工学部）

Q1：偏析のメカニズムについて軸方向に分布の偏りができると、間に混合している部分からその偏りの部部には（小さい粒子が集まった部分）には大きい粒子はブロックされて入れず小さい粒子のみが入ることで集まってゆくと、考えられるのではないか（平山修）

A1：その通りである

Q2：視の数が飽和する理由は？（またその数は何で決まるか？）（平山修）

A2：軸の中央部の粒子がなくなった場合に飽和すると考えられる。途中で合併することもある。

11 月 17 日（土）

形の科学一般

内部に高粘度の液体を含む円筒の斜面上の回転落下運動と液面形状

栗川連、平山修（東京農工大学工学部）

Q：この運動を一般化しようとする、どのような無次元化が考えられるか？（佐野理）

A：円筒の全容積を液体で満たした場合は、内部の液体の運動が並進に近い剛体回転に近いので記述できるので形状が関係ないが、円筒の半容積を液体で満たした場合には、形状を記述する主なパラメータとして、円筒面に付着する薄膜の厚さ、湾曲部の長さ、バルク部の水平面に対する傾きが挙げられる。これらを決める要因は、力で言えば、重力、遠心力、粘性力、表面張力になるので、これらの力の比で表されるパラメータで記述できるかもしれない。また、内部の液体の形状が決まれば、トルクなどが決まるので重心の運動を決定できる。

小突起物を貼付した物体のスティックスリップ運動とマグニチュード分布

石井雄基、見上聡彦、川崎祐樹、平山修（東京農工大学工学部）

Q：プレート間の摩擦の違いを調べるためにサイズの異なる球を用いているのは理解できるが、砂利を模した乱雑な粒子を用いた試料については、その粒径分布、尖りの程度など粒子の形態を特徴づける量の違いを考慮する必要はないのか？（佐野理）

A：まず、球形粒子を用いて、いろいろな結果のサイズ依存性を明らかにしたい。次に、ある平均サイズの乱雑な粒子を用いた場合の結果とその平均サイズと同じサイズの球形粒子を用いた場合の結果を比較することを考えている。

カワセミ Alcedo atthis の構造色 1. 羽枝の海綿体状組織とその形態計測

小作明則、宮本潔（獨協医科大学医学総合研究所）

Q：画像処理をされるに際して、現状のソフト機能はどのようなものでしょうか。「生物試料の場合に『グラディエント』があり、既存のソフトでは精確に計れない」とおっしゃっていましたが、それは単一のしきい値を用いる場合であり、しきい値を増やすなり、知識ベースの処理を施すことで改善が期待されますが、今そのようなソフトはないのでしょうか。（西垣功一）

A：われわれも 100 万円を超える高価なものを含めいろいろなソフトを試しましたが、今のところそのような処理が可能なソフトは市販されていないようです。どうしてみ人間の存在が必要なようです。

3D ゲノムユニバーサスの開発：様々な生物種ゲノムの 3 次元空間へ投影・可視化の試み

相田拓洋、西垣功一（埼玉大学理工学研究科）

Q1：生物の種類によって、いくつかの系列に分かれるということは、同じ系列の生物では基本単位が決まってい、それがいくつあるか、いくつ組み合わせられているかの違いということか。（渥美龍男）

A1：生物の門ごとに、点が原点からの同じ方向の直線上に分布するのは、「基本単位（タンパク質フォールド）の組成がほぼ同じであるが、その総数が違うこと」を意味している。これは、遺伝子重複によりゲノム上で繰り返し配列があるためではないか。

Q2：ベクトルの長さはゲノムサイズと相関が高いのか？（渥美龍男）

A2：はい、その通りです。ベクトルの長さはフォールドの総数を表す。この総数とゲノムサイズは正の相関があるので、そうなるであろう。

Q：インパクトのある発表だったと思う。ゲノムを 3D 表示したことにより、生物の既存の大部分に対する保証、あるいは訂正が可能になるだろうか（高木隆司）

A：それも考えられる。2D 表示も可能である。

Q：多次元から 3 次元ベクトルにマッピングするアルゴリズムは、具体的にどのようにしているのですか。（松浦執）

A：求める 3 次元ベクトルの成分値を変えながら、ベクトル間の角度の関係が多次元空間でのものと最も相関値が高くなるように決めます。最急下降法を用います。

バックキーボール式殻孔柢配列の外層殻をもつ中生代放散虫 Pantanellium

松岡篤（新潟大学）、吉野隆（東洋大学）、岸本直子（摂南大学）、石田直人、栗原敏之（新潟大学）、木元克典（独）海洋研究開発機構）

Q：面数が 32 未満であっても、原則は 32 であり、両側に角が出たために面が見やすくなっているのではないか。（高木隆

司)

A: 面数が原則 32 とは考えにくい。

C1: 刺の部分(角)に 1 点射影したのは講演者の説明どおりでよいと考える(種村正美)

C2: 展開図は Schlegel diagram (シュレーゲル図) という名前を使うのが適切と考える(種村正美)

莢がねじれて藤の実がはぜる

本多久夫(兵庫大学 健康科学部)

C: 寺田寅彦の随筆「藤の実」①はじけた時に解放されるエネルギーと、②いつはじけるのか、についての考察と、どこかで発表すると書かれてあった。それについての内容であったので面白かった。(海野啓明)

A: まわりの人からも同様のコメントをもらいました。随筆は読みましたがその他の発表は知りません。乾燥することではじけるエネルギーが蓄えられる仕組みへの興味ですが、水を蓄えたダムが、時間が経つと老朽化して崩壊しエネルギーを放出することや、岩の隙間に水が浸こみ気温が氷点下に低下して岩が割れるような現象との類似を考えています。

樹木 1 本の小枝の太さの対数正規分布

小山耕平、才木真太郎、奥野匡哉、石田厚(京都大学生態学研究センター)

Q1: 現実の樹木の分岐は 3 次元になっているので、2 次元モデルでよいのか?

Q2: 枝の分岐や成長には、太陽光を受ける葉の重なりを少なくするような制約が働くのではないかと? そうだとすると樹木の下の方層と上の方層とで相似な条件とは言えなくなる恐れはないか?(佐野理)

A1: このモデルは、枝分かれの様子を根元から末端に向かって(Y の字の繰り返しで)表現しているので、3 次元空間における分岐を 2 次元に投影したものです。実際には、3 次元空間を考察しています。

A2: ご指摘の通り、樹木の上の方層と下の方層では、分枝や枝の空間配置などの形態が大きく異なります。ただし、このモデルでは、それぞれの枝間の絶対値は問題ではなく、それらのサイズの、それぞれの階層内における相対的なばらつきが個体内で等しいということを仮定しています。例えば個体下部の「元気のない枝」の集合の中にも、相対的には太い枝や、細い枝があり、それらの相対的関係が個体全体と同じであることを期待しています。これは、じっくり検証してみる必要があると思います。

Q: フラクタルを仮定しているが、それだとサイズ分布はべき乗分布になり、対数正規分布にはならないのではないかと。(平山修)

A: べき乗則は、フラクタル(例えば樹木)の全体を測定したときに、それを構成する各部分(幹、太い枝、細い枝等の集合)のサイズと頻度の関係がべき関数になる(自己相似性により、細い枝は、それより A 倍太い枝と比べて、B 倍の頻度が多いという関係が、どの大きさを比較しても成り立つ)というものと理解しています。これと類似した現象に、地震の強度と頻度の関係であるリヒター則(A 倍大きい地震は 1/B 倍少ない)に関する震源のフラクタル仮説があります。これは、地殻の断層(ひび割れ)全体の集合がフラクタルであると考えれば、大きい断層による地震(幹)から小さい断層による地震(細い枝)の頻度分布はリヒター則に従うと理解できます。上記のように、「幹や太い枝など、途中の枝も全て含めた」全体のパーツのサイズ分布は、べき乗則に従うと考えています。一方、本研究における末端枝(= 去年 1 年間に伸びた部分)のみに着目したサイズの頻度分布は、幹から末端に至る各分岐点におけるゆらぎ(それぞれの階層における、

分岐枝どうしの大きさの差異)を乗算的に掛け合わせたものになるので、べき乗則ではなく対数正規分布になると予測しています。これまでのフラクタル研究において、「べき乗則」のみが研究対象となってきた原因は、地震の例のように、「サイズの分布」という問題について、幹にあたるものと末端の枝を区別せずに全体を議論してきたからであると考えています。

展示

石刻絵画(ウシ)のスタイルと当時のウシの役割の関係

高木隆司(神戸芸術工科大学)、出原立子(金沢工業大学情報学部)、水野慎士(愛知工業大学情報科学部)

液滴・液流の形

加藤雅貴(埼玉県立浦和東高校)、河野健吾(工学院大学工学部)、新井田恵美(東洋大学大学院社会学研究科)、原田新一郎(目白大学保健医療学部)

フィボナッチらせんを構成する点配置の優良格子点法の点配置への適用

根岸利一郎、関口久美子(埼玉工業大学)

Aspergillus 属が形成する同心円パターン

平良和大(岐阜医療科学大学保健科学部放射線技術学科)、高田宗樹(福井大学大学院工学研究科)、渥美龍男(岐阜医療科学大学保健科学部放射線技術学科)

機械・乗物の形

紡績機械について

壁矢久良(東京農工大学)

東京農工大学 科学博物館見学ツアー

招待講演

カー・ロボティクス-ぶつからないクルマの形-

ポンサートン・ラクシンチャランサク(東京農工大学工学府)

Q: クルマの回避応答についての質問です。もし同じ性能のクルマが対面したときに同じ方向に回避して(さらにはそれを繰り返して)いつまでも回避できないようなおそれはないのでしょうか。あるいはそれについての対策はどのようなことが考えられますか?(佐野理)

A: 現状のアルゴリズムでは単独の車両に対する制御方法であり、様々な自動運転車が混在するときに、ご指摘の通りに問題が起きると考えられます。車車間通信を利用し譲り合いのルール、道路の文脈による制約(優先・非優先側道路)等を加えてよりリアリティのある自動運転交通の構築が必要かと思っています。

Q: 障害物のポテンシャルを評価してそれに対応するシステムは素晴らしいものであるが、その評価には難しい問題点があるように思う。我々は信号の変わり目とか他の車の流れなども見ながら判断している。(高木隆司)

A: 難しい問題であることは理解できる。自動車教習所の運転指導員との協力でその規範ドライバの基礎データをとる試みをしている。

アクティブ操舵と制駆動力配分を用いた車線追従制御の理論解析

平尾基裕、ポンサートン・ラクシンチャランサク(東京

農工大学工学府)

Q1: 車両の運動方程式における外力は何か? (平山修)

A1: タイヤに作用する反力である。空気抵抗は直進速度に対する外力として入れている。

Q2: 評価関数の各項の意味は? (平山修)

A2: 横方向変位の大きさと、トルクの大きさである。それぞれの重みの g と r との組み合わせに対して調べている。

ドライビングシミュレータを用いた危険予測運転支援システムの開発

江澤和浩、ボンサトーン・ラクシンチャランサク (東京農工大学工学府)

秋田県角館町飾山の形からわかること

久保光徳(千葉大学大学院)、坪郷英彦(山口大学人文学部)、北村有希子、田内隆利 (千葉大学大学院)

滑らかに転がる多面体の研究

手嶋吉法 (千葉工業大学工学部)

11月18日(日)

機械・乗物の形 招待講演

ライト兄弟から宇宙船まで

須藤正道 (東京慈恵会医科大学宇宙航空医学研究室)

Q: 無重力状態では心理的な面でトラブルが起きることがあるか。例えば空間的な上下関係がなくなるので、失礼な状況になるなど。(高木隆司)

A: 出発前には対人関係をチェックし、問題がある人は除いている。

一人乗り太陽熱飛行船の設計について

阿竹克人 ((株) 阿竹研究所)

水上翼船の夢

高木隆司 (神戸芸術工科大学)

Q: 速度推定の式で浮力はどのように扱われているのでしょうか。(杉本剛)

A: フロートが離水したときなので浮力は働いていません。フロートが離水したときなので浮力は働いていません。さらに水面翼を離水させるための速度推定です。

Q: グランドエフェクトマシンは黒海でソ連が実現しているがそこからスクリューをおろすという発想で考えた方がよいのでは? (阿竹克人)

A: 黒海で実現しているものは、通常の航空機に似すぎている。比較的低速で十分な揚力を得るために船体全体が翼の形をもつような設計が良いと考えた。

形の科学一般/形と知

津波避難の数理モデル

栗田治 (慶應義塾大学理工学部)

Q: 住民は常に海から離れる方向に逃げると仮定されているが、避難所が近ければ、それが海の方にあっても、そこへ行くのではないか。(高木隆司)

A: その通りです。海から離れる向きに逃げるのが基本ですが、目前に津波が迫っている場合には背に腹は代えられませんが、海に近づく向きに津波避難ビルがあれば、そちらに逃げ込まずるを得ないでしょう。本研究では、(1)海から離れる方

向にのみ逃げる想定での計算、(2)海に近づく方向に避難ビルがある場合にはそちらにも逃げる想定での計算、の双方を行っています。シンポジウム当日は、時間の都合で前者のみに焦点を当てて述べさせていただきました。なお、国の指針でも「基本的には海から離れる方向に避難すべきである」旨述べられています。

個体差と気象条件を考慮した搾乳量と乳成分率のモデリング

矢野真知子 (自由学園最高学部)、島津秀康 (School of Biology, University of St. Andrews)、遠藤敏喜 (自由学園最高学部)

Q: 乳量、成分率の成績の良い個体は、最高気温の上昇の影響を受けやすい、という統計的な結果は経験的にもそのような傾向が知られているのでしょうか。(松浦執)

A: はい。農場ではそのようなことが言われています。

Q1: モデルとしてどのような非線形性が含まれているのでしょうか。(山口喜博)

A1: 産次・分娩後日数・分娩月ごとの乳量・乳脂量の反応曲線のそれぞれに線形でない関係すなわち極大点・極小点が見られます。

Q2: どのような非線形効果が重要なのでしょうか。(山口喜博)

A2: 従来の泌乳モデルよりも柔軟で一般性が高い捉え方ができることになります。

形の科学一般/形と知

可積分系とスメールの可逆馬蹄をつなぐ連結写像

山口喜博 (帝京平成大学)

Q1: X_n, Y_n の写像は、 X を位置、 Y を速度 or 運動量とする力学系とみなしてよいのか? (平山修)

A1: 特にシンプレクテック表示にした場合、 X は位置、 Y は速度とか運動量に対応します。

Q2: a が 0 でなくても連結系であれば積分可能であると思うが、離散系でも a を 0 に近づける極限では連結系にゆきつくような気がするのですが、そう考えてはいけなのではないか? (平山修)

A2: $a=0$ では可積分ですが、 $a \neq 0$ では必ずカスプ的な運動が出現します。そのため $a \rightarrow 0$ で連続系にはつながりません。

Aha の体験—アルキメデスの求積 3 題

杉本剛 (神奈川大学)

Q: 「放物線と直線で囲まれた面積を埋めつくし法で求める」という問題は「爪形の体積を求めるために」解かれたのではないのでしょうか? (栗田治)

A: アルキメデスの著作がクロノニカルであるかどうか不明なので、良く分かりません。ただし、円錐曲線に関する当時の懸案の中に弓形部分の求積があったことは知られています。

Q1: 予稿の図 3 では天秤によるつり合いでの理解だが、この場合も図 4 と同様の給水モデルを使っても良いか。(手嶋吉法)

A1: 良いけれども、アルキメデス自身は回転放物体の容積を求めるのに天秤を使っている。

Q2: 「体得」は「体験」という解釈で良いか。(手嶋吉法)

A2: 「体験」して「得とく」する。

多面体筒 (ダイヤカット缶) の数理

三浦公亮 (JAXA 宇宙科学研究所)

Q: 3 個の筒が空間充填できる模型を見せていただきました。トリなどの角膜内皮細胞からなる上皮シートにぴったりの幾何学モデルの様に思えます。(本多久夫)

A：質問の対象である折り畳める筒、あるいは集合体は、タチ・ミウラ多面体と仮称しています。折り畳める筒は、ミウラ折りの要素を組み合わせて、舘知宏氏（東大）が発見したものです。その後私との共同研究の過程で、空間充填の性質をもったまま畳みこみができることを明らかにしました。質問のように、空間充填したセルが収縮できる形状は稀有で、ご指摘のように、生体の構造と何等かの関係が予測されます。この研究の論文は、下記の通りです。

K. Miura and T. Tachi, Synthesis of rigid-foldable cylindrical polyhedral, Symmetry, Art and Science, Gmuend, Austria, 2010

Edge-to-Edge タイル張り可能な凸五角形タイルと非周期的 Edge-to-Edge タイル張り可能な凸多角形

杉本晃久（科学芸術学際研究所 ISTA）

Q1：465 パターンを 1 つ 1 つチェックした結果として、定理 1 が得られた、と理解したが、465 パターンは全パターンと言えるか？（それ以上にないと言えるか）（手嶋吉法）

A1：465 パターンの中に調査すべき全てのパターンが含まれています。Bagina's Proposition からわかる edge-to-edge タイル張り可能な凸五角形が持つべき性質に注目し、必ずその性質をもつような凸五角形を網羅するように 465 のパターンを導きました。

Q2：コンピュータの利用は、どういう形で行われたのか？（数値計算とかすべてのパターンの列挙とか、あるいはそれ以外か）（手嶋吉法）

A2：edge-to-edge タイル張り可能な不明な状態で残った凸五角形で、その形の自由度が（サイズ以外で）1 となったものに関して、その凸五角形の残された自由度に該当するパラメータを変化させたときに edge-to-edge タイル張り可能になるような形になるか・幾何的に凸五角形となっているかを調べるためにコンピュータを用いました。

形の科学一般／形と知

多角形で鶴を折る

横田至明（TAMA 市民塾）

C：四肢のある動物もできると幅が広がると思います。（本多久夫）

A：ありがとうございます。多角形の 4 隅を四肢に割り当てると、残りは頭とか尾にすることができます。翼なども組み込んだりすると面白くなりそうです。参考にさせていただきます。

Q：4 角形を 5 角形にしたとき、例えば首の欠けたツルを作るのかと思いましたが、それでは形が悪いのでしょうか。（松浦執）

A：形としてはできるし悪くないのですが、首(頭)のないということが考えにくいものですから。その上、5 角形の 5 つの隅の 2 つを翼に当てると、どうしても残り 3 つは首(頭)と尾にしたいくなりまして、双頭にしました。

Q：正方形の周囲から切り込みを入れた場合には、角の数が 2 つ増えて 6 角形の紙になると考えられるように思うが、それで鶴を折ることは可能ですか？（佐野理）

A：鶴を折ることは可能です。4 角形に 1 つの切り込みを入れると、6 つの角ができますが、6 角形とは異なる見方をする必要があります。親の 4 角形の中に 2 つの子の 4 角形が切込みによってできたと見るものです。これを連鶴用の変形紙と考え、「小さな 2 羽の鶴の舞う山」の風景が折れます。

Q：鶴以外の題材を多角形紙で折ると、どのようになるのか教えてください。上手くゆくタイプとそうでないタイプに峻別できると、なお更に興味深いですね。（栗田治）

A：今のところ試していません。

C：展開図の中央から放射状に折れ線がでている、そうした

タイプなら上手くゆくかもしれませんね。（高木隆司）

A：① 形としてはチューリップに似た合弁花（多角形に応じた数の切れ込みがあります）。

チューリップは合弁花ではありません。

② 風形状に折り畳んだ①をすべて 3 角形に折り上げ、鶴の頭状に折り返すと星型の花になる。（星型は多角形の数に応じた花弁）

③ ②を下から吹いて膨らませると、多岐大蛇、8 角形なら八岐大蛇になります。

3 次元の体感による新しい書写指導の実践的研究

杵名健一郎（静岡大学教育学部）

Q：立体映像で書くことの立体性を強調されたと思いますが、さらに筆先に視点を置いて見る人が筆になった体験をしてみようというのはいかがでしょう。（松浦執）

A：今回はそういうシミュレーションもしてみたいです。

Q：文字と文字のつながりを考えるときに、縦書きと横書きでは違いが生じるように思う。「教育」のゴールにもよると思うが、教育現場ではそうしたことも考慮して行うのですか？（佐野理）

Q：3D テレビで生徒さん達に見せたムービーを今お持ちでしたら見せていただきたい。上手な人が字を書いている動きを 3D で見せているのか？（手嶋吉法）

詩・音楽・映像における表現の相互関係

渡辺泰成（千葉工大総合研究所、科学芸術学際研究所 ISTA）、柴崎謙一（科学芸術学際研究所 ISTA）

Q：映像に重ねている詩がどれも段々書き出し位置を下げていたので気になった。書をやっている者としては文字をどう示すかにも工夫がほしいと感じた。（仮名の散らし書き、行書きなど）（杉崎哲子）

A：この詩は時間の流れを表しているもので、右から左下に行を少しずつ下げて表現しましたが、

5・7・5 の箇所、一旦行を上げて 7・5・7・5 と再び下げてゆくように改めるのも一方法と考えられます。

Q：要素を対立概念で +1、-1 と分けているが、「楽しいわけではない」「楽しくないわけではない」「悲しいわけではない」「悲しくないわけではない」のような中間的だがニュアンスの異なる要素を取り込むことはできないでしょうか（佐野理）

A：ここ示した対立概念はご指摘のように、どちらでもないという評価を 0 として、両者のそれぞれ、-2、-1、0、+1、+2

のような基準を新たに考えたいと思います。また、対立概念を伴わない場合も考えられますので、これは印象の強度によって、0、1、2 のような評価法の導入を考えています。

○新入会の皆様(敬称略)

太田 浩史

東京大学生産技術研究所

佐野 恭平

九州大学大学院理学院 地球惑星科学専攻岩石循環科学研究室

ベリクヴィスト あかり

品川区立小山台小学校

○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。

太田 浩史

A: 建築学および都市計画

B: 建築空間および都市空間・特に街路ネットワークに関心あり。

佐野 恭平

A: 火山学

B: 岩石組織や結晶の形、流理構造

ベリクヴィスト あかり

A: 自然の形

B: どうしてそのカタチになったのか知りたい！

http://www.shizecon.net/sakuhin/53es_aki.html

はじめまして！



自由研究「球の研究」「しぜんのかたち」が、第53回自然科学観察コンクールで秋山仁特別賞を受賞。

ベリクヴィストあかりと申します。東京都品川区に住む小学6年生です。わたしは小さい頃から自然がとても好きで、自然のものをみたり集めたりしているうちに、「どうしてこんないろいろな形になったのだろう？」と不思議に思うようになりました。そこでまず、自分が出会ってきた自然の形を分類し、わたしなりに考えてみるという研究を行いました。まとめているうちに、自然の中には球がとても多いということに気がつき、一体それはどうしてだろう？という新たな疑問がわいてきました。そのなぞを探るために、球とまったく同じ体積・重量・素材で形の違う5種の立体を作り、球がいかに他の立体と違うか？ということを実験で確かめることにしました。結果をみて、本当に驚きました。ただ形が違うというだけで、結果に大きな違いが生まれたのです。「形」は、いろいろなことやものに関わっているたいせつなものなのだと知りました。そのことをもっともっと学びたいと思っています。どうぞよろしくお願いします。

実験のためにつくった5つの立体。

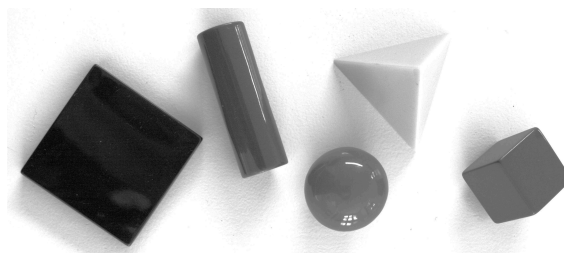
写真はポリエステル樹脂。

ほかに氷、

ろうでもつくった。

詳しくは下記HPで

www.shizecon.net/sakuhin/53es_aki.html



○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。

○平成 24 年度をもって御退会の皆様

半田 直人	鹿児島大学大学院理工学研究科 地球環境科学専攻
大矢 智子	京都大学情報学研究科システム科学専攻
大森 博司	名古屋大学 環境学研究科都市環境学専攻
小倉 正平	東京大学生産技術研究所
村山 修一	ニチコン（株）亀岡工場
久保田 善明	京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻
藤井 明	東京大学 生産技術研究所
（故）大西 耕二	新潟大学理学部生物学教室
小林 英子	ケプラ社
清水 義雄	信州大学繊維学部感性工学科
齋藤 善雄	東邦大学医学部物理学研究室
波多 祐紀	大阪大学医学部形成外科
桐原 文子	作家

○ご逝去

大西 耕二 先生 新潟大学理学部生物学教室
生命、言語、一般認知システムの起源と進化のご研究に従事されていました。

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)

2013 年 4 月 9 日

○第 75 回形の科学シンポジウム@フォッサマグナミュージアム

講演申込締切は 4 月 30 日です。お忘れなく。申込時に宿泊と昼食弁当の予約をお願いします。会場周辺の宿所が少ないのでご注意ください。詳細と申込は <http://katachi-jp.com/sympo75> をご覧ください。(交通案内も更新しています)

○オランダ・デルフトでの Symmetry Festival 2013 発表申込締切が延長されました。

<http://symmetry.hu/festival2013.html>

4 月 22 日まで待つそうです (Web はまだ更新されていない模様)。

キーノート・レクチャーは

- ・ゲラルド・トフーフト (1999 年ノーベル物理学賞)
 - ・サー・ハロルド・クロトー (1996 年ノーベル化学賞)
- 下に最新のパンフレット pdf の文字列を転写します。

￼INTERNATIONAL SYMMETRY ASSOCIATION
FROM:

7 April 2013￼￼Gy+Srgy Darvas,
Chairman of the Symmetry Festival 2013, CEO of the
International Symmetry Association (ISA) and
Laurence I. Gould, Chairman of the Executive Board
of ISA

TO: Those Interested in the Many Facets of Symmetry
We are pleased to invite you to the International
Symmetry Association1 (ISA)

Symmetry Festival 2013 during the summer of 2013 in
Delft. SYMMETRY FESTIVAL 2013

Delft, The Netherlands 2 - 7 August 2013

The conference website is

<http://symmetry.hu/festival2013.html> where
current details of the conference — accommodations,
registration, etc. — can be found. The program is
very interdisciplinary with potential appeal for
those in the creative arts (including painting,
music, and dance) as well as for those in the
sciences. Of special mention is that the ISA
Festival will have two Nobel laureates giving
Keynote addresses. One of those addresses, by Sir
Harold Kroto (Nobel laureate in Chemistry) pertains
to buckyballs — and Sir Harold will also be leading
a hands-on workshop where participants will
construct models of such symmetrical structures.
The other address will be given by Professor
Gerard 't Hooft (Nobel laureate in Physics) who
will be speaking about symmetries in particle
physics and the recent search for the Higgs boson.

In addition there are Community Events and local
Excursions. Delft is a lovely small Dutch city where
the famous painter Vermeer lived and worked. We
already have a very extensive program put together
(as can be seen from the conference website) and
have gotten a lot of interest. The conference is
being hosted by the UNESCO-IHE Institute for Water
Education in Delft.

Address: Symmetrion

Director: Gy+Srgy Darvas PhD; H-1067 Budapest, 29
E+Stv+Ss St. 4/1 Bank account: K&HBank HU24
104050045048555749531021 <http://symmetry.hu>; Tel:
36 1 302-6965; E-mail: symmetry@symmetry.hu
￼￼￼￼Logo:

F. Farkas Tam+!s

Now we would like to give you some background2 of
the ISA (from Article 1 of its formation): The name
of the organization is the International Symmetry
Association (abbreviation: ISA). The interest of
the ISA covers any interdisciplinary,
inter-cultural study of various aspects of symmetry
and related concepts (e.g., proportion, rhythm,
invariance) in science and in art, technology, and
design (in short, "symmetrology"). The
Association's headquarters are in Budapest. The
address of the Association is that of the Office of
the CEO. The ISA has, for many years, produced a
journal, Symmetry: Culture and Science.3 It is
currently in its 23rd volume. A sample copy (which
contains Steven Weinberg's keynote lecture) can be
obtained from

http://symmetry.hu/scs_online/SCS_23_1.pdf The
ISA has many distinguished people associated with
it. And they come from different countries around
the world. There are two Nobel laureates, Steven
Weinberg/Physics and Dan Shechtman/Chemistry who
are Honorary Members. One Nobel laureate, Leon
Lederman/Physics, is on its Advisory Board. And the
ISA was fortunate to have had Yuval Ne'eman as its
Honorary President. The CEO of the ISA, Gy+Srgy
Darvas, has also been responsible for organizing
the ISA Festival summer meetings. He is the person
to interact with if you would like more information.
His email address is darvasg@iif.hu

If you decide to submit an Abstract, it will be
accepted for review at the new deadline of 22 April
(this is a date extended beyond the one announced
in our website). However, please submit your
Abstract as soon as possible before that deadline.
Any abstract obtained after 29 April may not be
printed in advance of the event.

We look forward to your reply soon and hope to see you this August in Delft.

With Best Regards, “Gyuri” György Darvas
and “Larry” Laurence I. Gould

1International Symmetry Association leadership:
http://symmetry.hu/~symmetry/isa_leadership.html

2International Symmetry Association information:
http://symmetry.hu/~symmetry/isa_articles.html

3SYMMETRY: Culture and Science — Table of Contents
at:

http://symmetry.hu/scs_online/scs_online.html
￼￼￼￼￼

2013 年 4 月 27 日

○提出期限延長：第 9 回コンGRESS・フェスティバル
シンメトリー：アート&サイエンス

会議名称： 9th Congress-Festival - Symmetry: Art
and Science

開催地： ギリシャ・クレタ島

開催期間： 2013 年 9 月 9 日～15 日

主催団体： International Society for the
Interdisciplinary Study of Symmetry
(ISIS-Symmetry)

詳細は、以下の website をご覧ください。

<https://sites.google.com/site/isiscrete/home>

☆ 講演論文（4 ページ）の提出期限が、2013 年 5 月
31 日まで延長されました。（以下のサイトで雛形をダ
ウンロードできます。）

[https://sites.google.com/site/isiscrete/call-for-
papers/call-for-individual-contributions](https://sites.google.com/site/isiscrete/call-for-papers/call-for-individual-contributions)

☆ ホテルが変更され、宿泊代が大幅に安くなりまし
た。奮ってご応募ください。

2013 年 5 月 11 日

○会員の高木隆司先生のインタビューが NTT 関連の
web ジャーナルに掲載されています。

<http://www.nttcom.co.jp/comzine/>

○形の科学会編『形の科学百科事典』朝倉書店

新装版の販売となりました。

函入りから新デザインの紙カバーにかわり、価格が
36750 円から 27300 円に値下げされています。図書館、
研究室などでご購入ください。

2013 年 5 月 13 日

形の科学会事務局の松浦執です。

先週 5 月 10 日に会費ご納入のお願いの郵便を発送いた
しました。ところが、平成 24 年 5 月下旬にご納入いた
だいた方が、データベースの扱いの不備により、
データに残らない状態になっていたことが判明いたし

ました。従いまして、昨年 5 月下旬にご納入いただい
た先生方に対しては、郵便で差し上げた内容が誤
っております。ご迷惑ご心配をおかけして大変申しわ
けございません。該当の皆様には確認後あらためて郵
送させていただきたく存じます。本当に申しわけござ
いせん。

2013 年 5 月 19 日

○会費ご納入のお願いの訂正郵便をお送りしました

先週木曜日に、会費ご納入のお願いの訂正を、誤記の
あった文書をお送りしてしまった先生方にお送りしま
した。40 名の方にお送りしました。御迷惑をおかけし
ました。

形の科学会誌の原稿募集

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

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

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

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

『形の科学会誌』論文投稿の案内

1 Editorial Board

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

2 原稿投稿先

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

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

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

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

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

高木隆司 192-0371 八王子市南陽台 3-3-13

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

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

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

種村正美 233-0002 横浜市港南区上大岡西 3-5-3-307

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

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

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

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

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

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

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

3 投稿論文の処理過程

1) 編集委員は、投稿論文を受け取った時点で、論文の種類・受付日を付加してオリジナル原稿1部を副編集委員長に送る。

2) 編集委員は、original paper, review paper に関しては、査読者1名を決めて依頼し、修正等の過程を経て受理決定をおこなう。受理原稿は、受理日をつけて副編集委員長に送る。

3) 編集委員が却下 (reject) と判断した論文は、編集委員が、意義申立をする権利があることを付記して著者に返却する。再投稿された論文は、元の、あるいは新たな査読者に依頼し、同様に受理・却下を決定する。その結果として却下の場合は、編集委員は書類一切を編集委員長、および（必要な部分をコピーして）副編集委員長へ送る。編集委員長がその後の処理を決める。

4) 編集委員に送られた論文が、自分の専門分野外と判断された場合は、副編集委員長に論文を転送する。副編集委員長は、もっとも適当な編集委員に論文を転送する。（しかし、形の科学の広い立場から、なるべく査読を引き受けてください）

5) 査読を必要としないもの（エッセイ、交流等）に関しては、別に査読者を決めず、編集委員の判断で著者に修正を依頼したり、受理の決定をする。受理原稿は、副編集委員長に送る。なお、編集委員が、形の科学会誌の原稿として不適当であると判断した場合は、original paper, review paper の処理に準じて、編集委員長がその後の処理を決める。また、シンポジウム予稿原稿もこれに準じる。

6) 副編集委員長は、各号の内容の編集をおこなう。

7) 当面、受理原稿の掲載号は次のように決める。原稿が、次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。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.) _____					

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. 28 No. 1 (2013, 6 月)

発行 : 形の科学会

会長 : 松岡 篤

〒950-2181 新潟市西区五十嵐 2 の町 8050

新潟大学理学部地質科学教室

phone/fax : 025-262-6376

E-mail : matsuoka@geo.sc.niigata-u.ac.jp

編集委員長 : 平田隆幸

〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部

phone : 0776-27-8778 fax : 0776-27-8420

E-mail : d970062@icpc00.icpc.fukui-u.ac.jp

副編集委員長&編集事務局 : 清水祐樹

〒480-1195 長久手市岩作雁又 1-1

愛知医科大学医学部 生理学講座

phone : 0561-62-3311 (内線 2272) fax : 0561-63-9809

E-mail : yuuki@aichi-med-u.ac.jp