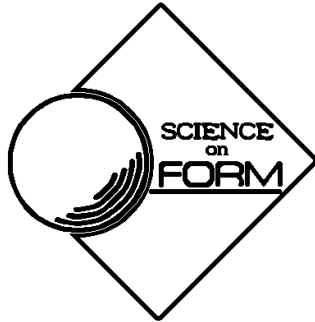


形の科学シンポジウム講演予稿集 Vol. 2 No. 2 (2017 年 12 月)



第 84 回 形の科学シンポジウム 「ビッグデータとカタチ」



みちびき (JAXA)

会期: 2017 年 12 月 8 日(金), 9 日(土), 10 日(日)

会場: 長崎大学文教キャンパス

形の科学会

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

第 84 回形の科学シンポジウム「ビッグデータとかたち」

【主催】形の科学会

【共催】長崎大学

【会期】2017 年 12 月 8 日 (金), 9 日 (土), 10 日 (日)

【会場】長崎大学 文教キャンパス スカイホール

【代表世話人】小川進 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部

TEL: 095-819-2611 E-mail: ogawasusumu@nagasaki-u.ac.jp

【参加費】会員・非会員ともに一般 5000 円、学生 1000 円

【懇親会】2017 年 12 月 9 日 (土) 17:45 より 上海台所住吉店にて

【懇親会費】一般 3000 円、学生 1000 円

【WEB サイト】<http://katachi-jp.com/sympo84> (予稿集最新版をカラー閲覧可能)

プログラム

12 月 8 日 (金)

講演会場：総合教育研究棟 3 階大講義室

12:30-13:00 受付 (3 階大講義室前)

13:00-13:05 開会の辞

14:20-14:45 同一意見を持つ人の割合が振動する合意形成ネットワーク数理モデルの作成

長尾崇弘 (京都大学大学院)、宮崎修次 (京都大学大学院) 7

形の科学一般

(14:45-15:00 休憩)

13:05-13:30 幾何学キルトデザインの提案

中村 健蔵 (MathArt 作家) 1

13:30-13:55 水平加振における粉体のマクスウェルの悪魔

江川恭平 (京都大学大学院)、宮崎修次 (京都大学大学院) 3

13:55-14:20 文章のネットワーク可視化と複雑ネットワーク解析

角谷祐輝 (京都大学)、宮崎修次 (京都大学) 5

形の科学一般

15:00-15:25 定幅曲線

山口陸幸、伊藤 仁一 (椙山女学園大学) ... 9

15:25-15:50 立体概念の形成を支援する科学折り紙教材 I. 教養科目「数理科学」での取り組み

石原正三 (埼玉県立大学) 11

15:50-16:15 ホモメトリック構造

松本崧生 (金沢大学名誉教授) 13

16:15-16:40 楕円の最密格子充填と楕円体の密な格子充填について
種村正美 (統計数理研究所名誉教授)、松本崧生 (金沢大学名誉教授) ……………15

展示説明 (質疑無し)

展示会場：3階ラウンジリフレッシュコーナー
16:40-16:45 空間を周期的に埋め尽くす形
手嶋吉法 (千葉工業大学)、渡辺泰成 (帝京平成大学)、宮川大毅 (千葉工業大学)、西尾晋作 (帝京平成大学)、池上祐司 (理化学研究所)、山澤建二 (理化学研究所) ……………17

16:45-16:50 展開構造新展開
阿竹克人 (阿竹研究所)

12月9日 (土)

講演会場：文教スカイホール
9:00-9:30 受付 (文教スカイホール入口前)

ビッグデータとカタチ

9:30-9:55 ドローンとカタチ
谷口幸弥 (長崎大学)、春成寿朗 (長崎大学)、小川進 (長崎大学) ……………19

9:55-10:20 福島第一原子力発電所事故における放射能汚染の形態の特徴
小川進 (長崎大学)、齋藤恵介 (長崎大学) ……………21

10:20-10:45 今昔物語の構造解析 — イソップ物語との比較
高木隆司 (東京農工大学名誉教授) ……………23

(10:45-11:00 休憩)

形の科学一般

11:00-11:25 文字の許容と字形の変化 横画の空間の空け方について
杵名健一郎 (福井大学) ……………25

11:25-11:50 非格子シェリングモデルにおけるパターン形成
吉野隆 (東洋大学) ……………27

(11:50-13:00 昼休み)

招待講演・公開講演 (ビッグデータとカタチ)

13:00-14:00 ビッグデータの現状と将来
秋山祐樹 (東京大学)

(14:00-14:15 休憩)

形の科学一般

14:15-14:40 いちじくの渡来と伝播そして文化的受容
杉本剛 (神奈川大学) ……………29

14:40-15:05 核酸の過渡的構造と機能：不安定ゆえの意義？
西垣功一 (埼玉大学大学院)、マニッシュ・ビアニ (北陸先端科学技術大学院大学) ……31

15:05-15:30 生体の凍結抑制機構と氷結晶の形

古川義純 (北海道大学)、長嶋剣 (北海道大学)、中坪俊一 (宇宙航空研究開発機構)、田丸春香 (宇宙航空研究開発機構)、吉崎泉 (宇宙航空研究開発機構)、島岡太郎 (日本宇宙フォーラム)、曾根武彦 (有人宇宙システム株

式会社)33 電機大学) 43

(15:30-15:45 休憩)

10:45-11:10 第15回国際放散虫研究集会(新潟, 2017)を振り返って

形の科学一般

松岡篤(新潟大学) 45

15:45-16:05 三つ折り問題の解決

三浦公亮(東京大学名誉教授)35

(11:10-11:25 休憩)

16:05-16:30 一般座標と TDGL 方程式の
結晶成長理論への応用

小川直久(北海道科学大学)37

ビッグデータとカタチ

11:25-11:40 (講演 10 分+質疑 5 分) 立体映像視聴時における脳血流量の変化に関する非線形解析

※16:30-17:30 運営委員会

オープンラボ 3 (工学部 1 号館 2 階)

谷村亨(福井大学大学院)、條野雄介(福井大学大学院)、平田隆幸(福井大学大学院)、高田宗樹(福井大学大学院)、高田真澄(中部学院大学) 47

18:00-20:00 懇親会:上海台所住吉店
(長崎市千歳町 11-6, 095-842-0909)

11:40-11:55 (講演 10 分+質疑 5 分) 静止立位時における足の筋活動が姿勢制御に及ぼす影響

12月10日(日)

講演会場:文教スカイホール

9:00-9:30 受付(文教スカイホール入口前)

條野雄介(福井大学大学院)、谷村亨(福井大学大学院)、平田隆幸(福井大学大学院)、高田宗樹(福井大学大学院)、高田真澄(中部学院大学) 48

形と知

9:30-9:55 ヒューマノイドとの自動会話の
形

松浦執(東京学芸大学)39

フォーラム

11:55-12:15 (講演 10 分+質疑 10 分) カズオ・イシグロの父 石黒鎮雄ーあびき・北海大洪水の研究の先にカオスは見えていたかー
宮崎修次(京都大学)、長尾崇弘(京都大学)
..... 49

9:55-10:20 回転対称型接合部とその応用例
の耐震シェルターについて

阿竹克人(阿竹研究所)41

形の科学一般

12:15-12:20 閉会の辞

10:20-10:45 半球面上の棒振り子の物理解
析

茂森拓真(東京電機大学)、松浦昭洋(東京

※12:30-13:30 Forma 編集委員会

オープンラボ 3 (工学部 1 号館 2 階)

【事務局より】

形の科学会の論文誌への投稿案内 (Call for Papers)	
.....	51
形の科学シンポジウム・世話人の募集.....	52
入会案内	53

幾何学キルトデザインの提案

中村 健蔵

MathArt作家 長崎県西彼杵郡時津町

SI4K-NKMR@asahi-net.or.jp

Geometric Quilt design

Kenzo NAKAMURA

Math-Artist, Tokitsu Machi Nagasaki Pref.

Abstract: The quilt design in Japan is becoming more complicated and abstracted, and it is mainly focused on the design like painting. I think that it is necessary to return to the origin of patchwork and to try the reconfiguration of the design that can apply the traditional Japanese geometric pattern.

Keywords: geometric quilt design

はじめに

20年ほど前にキルトの幾何学デザインを作成し、10点ほどを作成した。その後は関連雑誌を見てい



るだけであったが、日本におけるキルトデザインは複雑化・抽象化が進み、図1のように「こんな複雑な絵を布で描いて、大変だな!」と感じるものや例えばハワイアンといった日本の伝統にないものが横行しているように思われる。

一方、欧米では、ペンローズタイルを応用した幾何学デザインのキルトなど新しい発想を入れた幾何学キルトへの挑戦などが逐次、見られる。

日本においても幾何学の原点に立ち返り、そして、和の伝統模様を応用できるようなデザインの再構成を検討する必要があるように思う。

図1：絵画キルトの例 <http://kimikagesou206.blog.fc2.com/blog-entry-354.html?sp> より

キルトデザインの制約事項

それほど強い制約ではないが、実際に布を縫い合わせるために次のような制約がある。

- 1 布の1片（ピース）の一辺の長さは3 cm程度。最低でも2 cm以上。
- 2 鋭角の頂点を1点に集中させる構成はできるだけ避ける。最大8つ程度。
- 3 円や螺旋のような歪みの出やすい曲線の構成はできるだけ避けたい。

日本における幾何学キルトデザインの現状

実際に作成しているわけではなく、限定的な知見からの推測であるが、次のように認識している。

- 1 既存の伝統的パターンを流用しているものが多く、幾何学的な知識に基づいてデザイン構成しているものは少ないように思われる。 ※雑誌やWebで見られるデザインより

2 正方格子を使用したデザインノートが販売されているが、それを使用してデザインをする人は熱心な少数である。六方格子のパターンを使える人は、ごく一部である。※雑誌編集者とのやりとりより

このような現状からキルトを作成する方々は、幾何学デザインといいながら、その幾何学性を理解する人は少なく、既存のパターンを使用しているだけという構図が見えてくるように思われる。

改善の方向性

幾何学デザインの幾何学性が理解されていないという現状を改善するために考えられる方向性としては、次が考えられる。

- 1 基礎的な幾何学の啓蒙 例：平面充填可能な正規図形は正三角形、正方形、正六角形。等
- 2 正方格子や六方格子を使用したデザイン手法の普及。

分割法によるデザインの提案と和の伝統模様の応用例

正方格子を例に分割法によるデザインの提案する。

正方形は当分分割するのであれば、任意の整数で当分分割できる。

図2の様にルールを決めて内部分割すれば、まとまりのある形にすることができる。さらにそれらを回転させて4つ並べてさらに大きな正方形を作ることもできる。そして、最小の正方形を基本の最小ピースだと考えれば良いわけです。図2の色付けした例では、 16×16 ピースと考えることができます。

なお、図2の図形は日本の伝統模様である石畳を入れ子にしたものと考えることができ、和の伝統模様の応用例と考えることができる一例である。

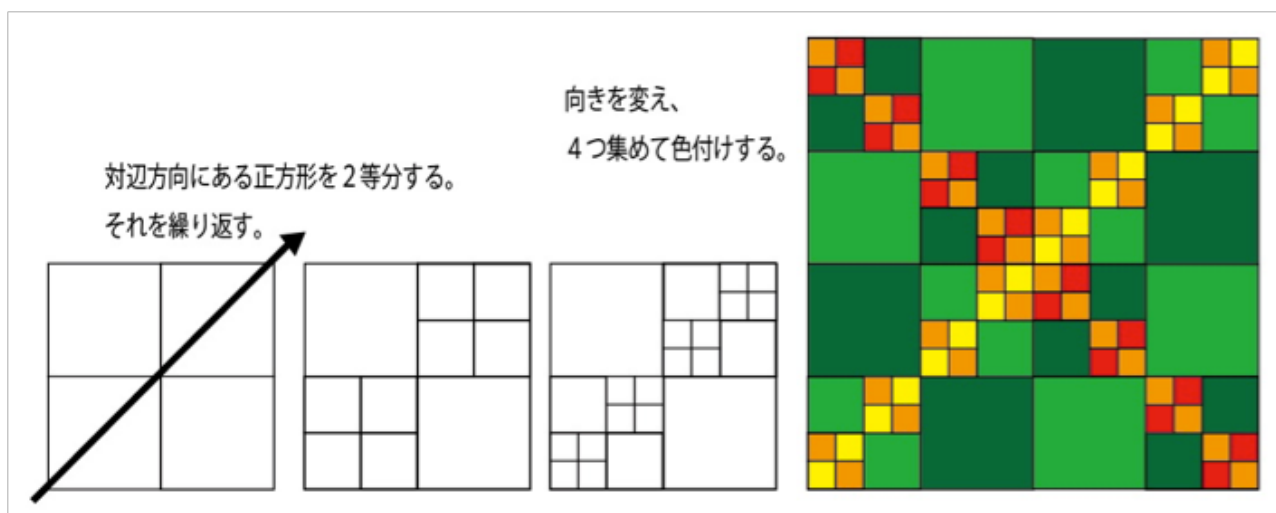


図2：正方形の内部分割の一例（2分割）

まとめ：キルトの幾何学デザインという非常にマイナーな世界ではあるが、現状と改善の方向性を検討した。標準的な幾何学性の理解が進み、さらに和の伝統模様の応用につなげていけるようにさらに提案していきたい。

水平加振における粉体のマクスウェルの悪魔

江川恭平、宮崎修次

京都大学大学院情報学研究科 〒 606-8501 京都市左京区吉田本町

egawa.kyohei.24a@st.kyoto-u.ac.jp

Granular Maxwell's demon under horizontal vibration

Kyohei Egawa, Syuji Miyazaki

Graduate School of Informatics Kyoto Univ.

Abstract: One of the remarkable features of granular material is a fluctuation-sensitive aggregation phenomenon under the influence of an external vertical vibration, called granular Maxwell's demon. By use of the discrete element method, it is shown that the above aggregation also occurs in the case of horizontal vibration.

Keywords: Granular Maxwell's demon, horizontal vibration, discrete element method, aggregation phenomenon

粉体とは砂のような粒の集合体を指す。粉体は様々な分野で関わりを持ち、小麦粉や医薬品、顔料、セラミックスなどが例として挙げられる。粉体は様々な領域で使用されているにもかかわらず、粉体特有の性質が原因で生産過程においてトラブルが頻繁に発生してしまっている。調味料を例として考えると、梅雨に調味料の粉が固まってしまう凝固現象や、特定の香辛料のみが出てくる偏析現象などがある。加えて、粉体の挙動は粉体の種類や粒度などによって著しく異なるため、特に粉体輸送での制御が困難となっており、経験と試行錯誤に頼るしかなく、経済的ロスが発生している。そのため、粉体の特性を数値計算により詳しく解析することができれば、生産工程の自動化が容易になり、コストを削減できるようになると考えられる。

粉体の特性を解析するという目的の中で、注目した現象が粉体のマクスウェルの悪魔である。まず、容器の中央に低い仕切りを立て、2つの部屋に区切る。そして、区切った部屋に粒子を同数ずつ入れて上下に振動させる(図1左)。一定時間適切な大きさの振動を与え続けていると、容器内の区切られた二つの部屋の一方には粒子が多く存在し、他方にはほとんど粒子がないような状態で留まり続けるようになる(図1右)。これが粉体のマクスウェルの悪魔と呼ばれるものである。実際の実験も行われており、この現象の過程を写した動画を下記のURL[1]にて見ることできる。



図1. 粉体のマクスウェルの悪魔

この現象が起こる要因としては片方の部屋の粒子密度が増大するとその部屋の粒子の「平均自由行程」が減少し、もう片方の部屋への移動頻度が減少し、いったん粒子密度が増大した部屋は更に密度が増すことが考えられる。平均自由行程とは、粒子が衝突などの妨害なしに進むことができる距離の平均のことである。重力が働いているので、粒子は自由ではないが、衝突と次の衝突の間の放物運動の移動距離の平均と置き換えて考えればよい。

本研究では図2に示すモデルのように、容器のしきりに粒子が通れるような小さな隙間をつくり、それを水平に加振しても図1で見られるような非対称な定常状態が起こると考え、数値計算による検証を行った。水平加振でも偏る現象が起きるのならば、粉体搬送の際にコンベアからくる振動の強さや粉体をいれる容器の条件によっては偏りが発生する可能性があり、予想していない動きを示す恐れがある。そのため、水平加振においても均質性を保ったままにできるパラメータを把握できることは重要である。もしくは、もし偏りが起きるのならば、その性質を利用して粉体製品の不純物を集めて除去を容易にすることも可能になると考える。

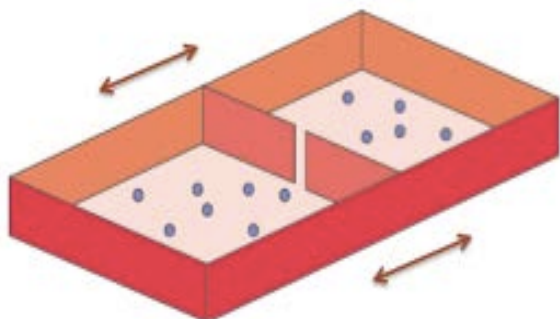


図2. 水平加振のモデル

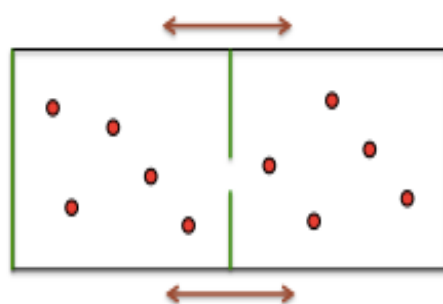


図3. 2次元モデル

検証のための研究手法としては離散要素法を用いた[2]。離散要素法では、粉体を球の要素の集合体としてモデル化し、要素間の接触を考慮して各時刻におけるそれぞれの要素の運動を逐次追跡して解析する手法を指す。この手法は計算方法がシンプルであり様々な相互作用力を付加しやすく、粉体のシミュレーションにおいて広く用いられている。実際の数値計算では、図3に示すような2次元モデルを用いて計算を行った。

参考文献：

- [1] <http://www.aprakt.de/pprakt/index.php?section=experimentalResults>
- [2] “粉体の数値シミュレーション”，酒井幹夫，丸善出版

文章のネットワーク可視化と複雑ネットワーク解析

角谷祐輝、宮崎修次

京都大学情報学研究科 〒 606-8501 京都市左京区吉田本町

sumiya.yuki.72s@st.kyoto-u.ac.jp

Network visualization of sentences and complex network analysis

Yuki Sumiya, Syuji Miyazaki

Graduate School of Informatics of Kyoto Univ.

Abstract: In this research, we expanded the authorship attribution method for English sentences using word adjacency network(WAN) model, and conducted authorship attribution for Japanese sentences. As a result, it was found that attribution is possible with significant precision.

Keywords:

Stylometry, word adjacency model, complex network, authorship attribution

著者推定技術とは著者不明の文献の著者解明、文献の真贋判定、犯罪予告文の解析など多くの場面で用いられる技術である。現代においては、各個人がテキストを発信することが容易になり著者の匿名性が増したことや、多くのテキストが電子化されるようになり筆跡鑑定やインク・紙の成分分析などの物理的な方法が困難になったことなどから、文章そのものの意味関係や構造のみから推定する手法が重宝されるようになってきた。

計量文献学(stylometry)とは、テキストの著者に関する様々な情報を抽出するために、テキストの書式を数量的に分析する学問分野である。著者に関する情報とは、テキストの著者の他に、著者の性別、年代、民族性などである[1]。従来の計量文献学では、単語の出現頻度、単語の長さ、n-gramの出現頻度などの特徴量を用いて著者の情報を推定する方法が一般的であった[2]。近年、文章を「単語をノードとするネットワーク」として捉える「単語隣接モデル(word adjacency network model)」を用いて新しい特徴量を抽出し、著者の同定を行う手法が提案されている[3]。このモデルを用いた英語文章の著者同定は一定の精度を獲得しているが、英語とは屈折語の言語の一つであり、文章構造が大きく異なる言語（例えば膠着語である日本語など）で同一のモデルが適用可能であるかどうかは定かではない。そこで本研究ではこのモデルを拡張し、日本語文章を対象にネットワーク可視化及び著者同定実験を行い、モデルの検証を行った。例えば文学作品(出典:青空文庫[4])の著者同定実験においては、完全ランダムに同定した場合の約2.5倍の精度で推定が可能という結果を得た。

参考文献・WEB上の資料

[1] Khonji, M.; Iraqi, Y.(2017) De-Anonymizing Authors of Electronic Texts: A Survey on Electronic Text Stylometry.

[2] 村上 征勝, "計量文献学の歴史と課題", 計算機統計学, 9, 0914-8930

[3] Amancio, D.R.(2015) "A complex network approach to stylometry", PloS One, 10(8)

[4] 青空文庫, <http://www.aozora.gr.jp/>

同一意見を持つ人の割合が振動する

合意形成ネットワーク数理モデルの作成

長尾 崇弘 宮崎 修次

京都大学大学院情報学研究科 〒606-8501 京都市左京区吉田本町

nagao.takahiro.44z@st.kyoto-u.ac.jp

Limit cycle oscillation in consensus building

Takahiro Nagao and Syuji Miyazaki

Graduate School of Informatics, Kyoto University

Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501

Abstract:

Consensus building models such as voter model or its variants so far considered express the consensus as a fixed-point attractor. In a realistic situation, a major opinion may become minor in the course of time, and may later become major again. Such a limit cycle oscillation in consensus building is studied by use of a mathematical network model.

Keywords: Consensus building, Network model, Oscillation

1. 合意形成モデルについて

合意形成とは、ある集団において意見交換を通じて意見の一致を図る過程をいう。また合意形成は、ネットワーク数理モデルによる再現が数多く試みられてきた。

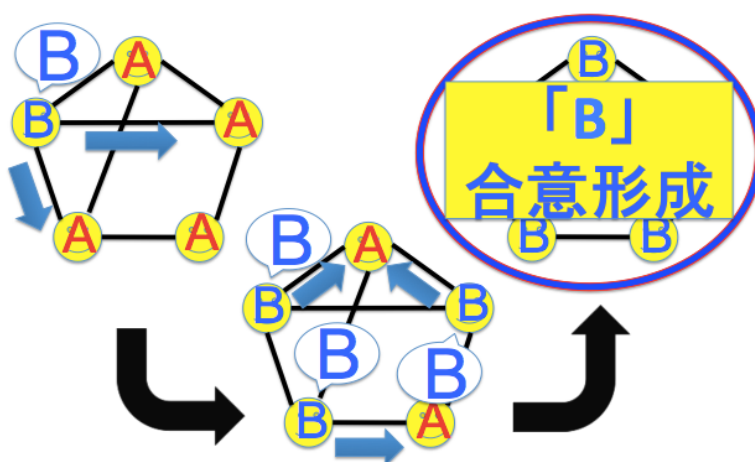


図1.合意形成ネットワーク数理モデルにおける、合意形成の過程

図1は、合意形成ネットワーク数理モデルを用いた2意見についての合意形成

過程を簡単に表している。人間関係ネットワークの点は個人、点をつなぐ線は各人の関係（友人、家族など）を表している。点内の A,B はその個人が保有する意見だと考える。個人は、隣接関係にある人の意見を参考にして意見を変更する。これを繰り返し、ネットワーク全体での同一意見を持つ人の割合の変遷を見るのである。このネットワーク数理モデルの基礎ともいえる Voter Model は、個人が意見を決定する際、周囲の同一意見の割合が大きいほどその意見に変更する確率が高くなるといった単純なモデルである。

2.意見割合が逆転する合意形成モデル

これまで Voter Modelなどを参考にし、数多くの合意形成モデルが作成された。しかし、それらのモデルは少数派が多数派を逆転することが想定されていない。多数派となり一定割合を超えると、その意見に完全に偏ってしまうのである。意見割合が逆転する例として、2016 年に行われたクリントン氏とトランプ現大統領の選挙でのトランプ氏の逆転勝利があげられる。その他にも、職場会議など小さなコミュニティ内で行われる合意形成でも、少数派意見が逆転するような事象は数多く存在するのである。

3.研究目的、発表内容

本研究では、合意形成における多数派と少数派の逆転、各意見を持つ人の割合の振動を取り入れた数理モデルの作成とその解析を目的とする。このような数理モデルを作成するために、ネットワーク内の個人に性格を与える。多数派に従属する性格、または少数派を擁護する性格である。このような個人の性格の考慮をネットワーク数理モデルに組み込むことで、同一意見割合の振動を再現することができた。本発表では、作成したネットワーク数理モデルの説明、シミュレーション結果とその考察を述べる。また、本モデルを作成する際に、加振粉体の平均場モデル[1]を参考にしたので、それについても述べる。

また

[1] 1] R. Lambiotte, J. M. Salazar, and L. Brenig, Phys. Lett. A 343, 224 (2005).

定 幅 曲 線

発表者氏名 : 山口 陸幸¹ 伊藤 仁一²

¹ 熊本市西区上代1丁目3-28

² 椋山女学園大学 教育 名古屋市千種区星が丘元町17番3号

e-mail アドレス : 1. polyhedral@osu.bbiq.jp

Curves of Constant width

Mutsuyuki Yamaguchi¹ Junichi Itoh²

1. Nishi-ku 1-3-28 Kumamoto, Kumamoto, Japan

2. Faculty of Education, Sugiyama Jogakuen University,
Hoshigaokamotomachi 17-3, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi, Japan

Abstract: The Reuleaux polygons are most famous figures as the curves of constant width. There are infinitely many figures of constant width which can be constructed by deforming Reuleaux polygons or by introducing based on odd n-gon. But, almost of them without Meissner's figure can be constructed by the circular arc of some radius. Then we searched the figures of constant width which have another curves. And we have found some.

Keywords: Curve of constant width, Reuleaux triangle, Reuleaux polygons, arc of circle, Involute, Evolute, Envelope

1. 定幅曲線とは

2本の平行な直線の間を線に接しながら、無理なく回転できる図形である。

その結果、如何なる状態でも2本の線に接する点を結ぶと、常に、2本の平行線と垂直になる。

2. リューローの多角形

リューローは奇数角の正多角形の頂点を円の中心として対角線長さを半径とする円弧で肉盛りをした図形を考案した。これをリューローの多角形と呼ぶ。定幅曲線となっている。

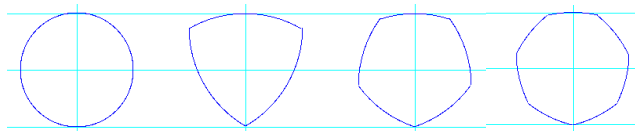


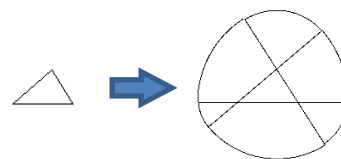
図-I 左より、円、リューローの三角形、リューローの五角形、リューローの七角形

3. 他の定幅曲線を求める。

3-1 三角形をベースとする定幅曲線

任意の三角形からも定幅曲線を導くことが出来る。

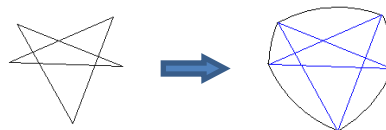
各頂点から各対辺の長さを半径とする円弧を、
描き、3辺の長さの合計を定幅とする定幅曲線を



求める事が出来る。

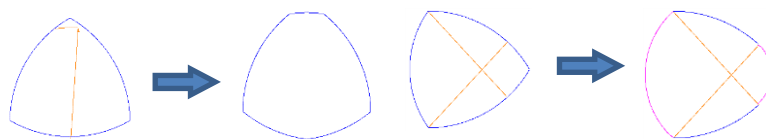
3-2 星型多角形から導く

頂点が奇数である星型多角形の対角線長さを定幅とする定幅曲線を求める事が出来る。ここでは辺の長さは同じですが、辺の長さが異なっても同様に作図できます。



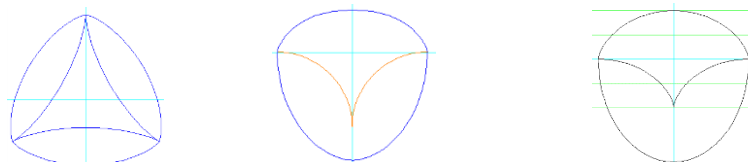
3-3 リューローの多角形の変形

リューローの多角形の一部を削ることで、新しいリューローの多角形を導くことが出来る。



3-4 包絡線を利用する定幅曲線

マイスナーは三次元の定幅曲面を求めるときに、トロイドを包絡線とする定幅曲線を求めた。(下左) この講演では2つの曲線 (4分の1円 (下中)、サイクロイド (下右)) を包絡曲線として伸開線を求める事で、新しい定幅曲線を求める事が出来た。



4. 結論

新しいタイプの定幅曲線を求める事が出来た。

< 参考文献 >

荻上紘一著 『多様体(共立講座 21 世紀の数学 6)』/ 共おうらくせん立出版株式会社

Horst Martini 『A new construction of curves of constant width』 computer aided Geometric Design 25(2008)751-755

Stanley Rabinowitz 『A Polynomial Curve of Constant Width』 Reprint from Missouri of Mathematical Science 9(1997)23-27

G.D.Chakerian 『Sets of constant width』 PASIFIC JOURNAL of MATHEMATICS Vol.19 No.1 1966

Bernd Kawohl and Christof Weber 『Meissner' s Mysterious Bodies 』 THE MATHEMATICAL INTELLIGENCER ©2011 Springer Science+Business Media LLC DOI 1007/s00283-011-9239-y 他

Johannes Böhm(translated by Wolfgang Kühnel) 『Convex Bodies of Constant Width』

立体概念の形成を支援する科学折り紙教材

I. 教養科目「数理科学」での取り組み

石原 正三

埼玉県立大学 保健医療福祉学部、〒343-8540 埼玉県越谷市三野宮 820 番地

shozo@spu.ac.jp

Science Origami as a teaching material aiming for grasping concepts of solid bodies, I. An approach in a class of Mathematical Science

Shozo Ishihara

School of Health and Social Services, Saitama Prefectural University,
820 Sannomiya, Koshigaya, Saitama 343-8540, Japan

Abstract: With a view to teaching solid geometry, Science Origami, which is a method of constructing three-dimensional models made of triangular units of Origami, has been introduced into a class of Mathematical Science, a course of liberal arts offered at School of Health and Social Services, Saitama Prefectural University. While some of Origami-models made during the course by the students are exhibited, it is reported that most of them might naturally grasp symmetry of their own Origami-model through trial and error. It is also pointed out that Science Origami is a new potential teaching material, which makes it possible for students to start on learning solid geometry with the sense of touch by means of the Origami-model.

Keywords: Science Origami, solid geometry, Mathematical Science, the sense of touch

はじめに

埼玉県立大学保健医療福祉学部は1999年に設立され、2006年の教育課程の改訂に伴い、教養科目「数理科学」が自然科学分野の選択科目として開講された。開講当初、自然現象に潜む法則を、幾何学、解析学、および確率・統計学の視点から考察することを目的に授業内容を構成していたが、授業時の学生の反応と学生による授業評価アンケートの集計結果から、2012年の教育課程の再改訂を契機に、授業内容を立体幾何学に絞ることとした。

また、科学折り紙の制作実習後に、「構造の理解は難しかったが、折り紙モデルの制作は楽しかった。」旨の感想が多くを受講生から寄せられたことから、2015年度より授業形態も講義中心から科学折り紙の制作実習を取り入れ、PBL (Problem-based Learning) 型のアクティブラーニング形式へと転換した。

本講演では、2012年度以降に受講学生が制作した作品を紹介するとともに、現在実施している2017年度の授業概要と途中経過を報告する。なお、現行の教育課程(カリキュラム2012)では、「数理科学」を1年次生を主な対象とする後期選択科目として開講している。

教養科目「数理科学」の概要と2017年度の取り組み

保健医療福祉学部は5学科(看護・理学療法・作業療法・社会福祉こども・健康開発)で構成され、1学年約400名を定員としている。健康開発学科の健康行動科学専攻を除き、国家試験受験資格を卒業要件とする学科で構成されるため、所轄省庁が定める指定規則に沿って教育課程が編成されている。必修単位が80%以上を占め、安易な単位取得を念頭に選択科目を履修する傾向があり、「数理科学」の受講者数は例年10名未満となっている。

学生が制作した折り紙モデルの作品例を図1に示す。制作する立体構造は、文献やホームページ上に掲載されている図や写真を参考に選択され、科学折り紙の手法^[1]を活用して、その構造をどのような多面体の骨格構造（スケルトン）で表現するかを考え、三角形のユニットを設計^[2]することにより作品を完成させる。

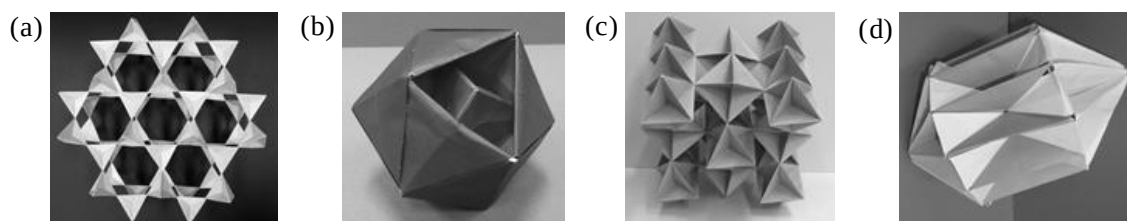


図1 学生が制作した折り紙モデルの作品例

2017年度の授業計画概要を表1に示す。2015年度から試行している、目隠しをして立体を触り、触覚（体性感覚）から立体幾何学の学習を開始する取り組みを今年度も計画し、第2回から第4回の授業に配置して実施した。この取り組みは、通常の視覚による立体認識を補助情報として、触覚（体性感覚）による立体概念の形成を目的とする、科学折り紙の活用の新たな試みとして、今年度より開始した研究の一部を構成している。

表1 教養科目「数理科学」の2017年度授業計画概要

回	テ ー マ	実 習 内 容
1	ガイダンス	正八面体の骨格構造（スケルトン）の制作
2	科学折り紙初めの一歩	正四面体のスケルトンの制作
3	立体の手触り	立体の触覚による確認
4	立体の幾何学	正多面体（プラトン立体）の触覚による確認
5	ユニットの幾何学	プラトン立体のスケルトンと折り紙の設計
6	折り紙モデルの制作方法	立方体（正六面体）のスケルトン
7	ユニット折り紙の設計	正十二面体のスケルトンの制作
8	制作する立体の文献調査	正二十面体のスケルトンの制作
9	制作する折り紙モデルの設計	折り紙のカッティング（形状、色、枚数）
10	作品制作	折り紙モデルの制作
11		
12	多角形、多面体、多胞体	ビデオ教材視聴
13	制作したモデルの説明	口頭発表
14	幾何学の口頭試問（予行）	口頭発表の資料スライドの準備
15	幾何学の口頭試問（本番）	作品の写真撮影と報告書の提出

おわりに

本報告の授業実践から、体性感覚を通して立体の特徴が面（Face）、稜線（Edge）、頂点（Vertex）で表わされることを体感することは、オイラーの多面体定理の有用性を理解し、プラトン立体を含む様々な多面体の特徴を直感的に把握することを容易にすることが示唆されている。今後、科学折り紙を活用した実験・実習教材の開発を更に進める予定である。

なお、本研究の一部は、平成 29 年度基盤研究（C）（一般）として、研究費の支援を受けて実施されている。

参考文献

- [1] Ishihara, S., “Science Origami, An Effective Teaching Aide on Science”, Volume 1 (2014), 017024-1~017024-4, DOI: 10.7566/JPSCP.1.017024.
- [2] Ishihara, S., “Origami-models of Paul Schatz Tetrahedra: A New Way of Making Chiral Shapes by means of Science Origami”, Symmetry: Arts and Science, edited by I. Vandoulakis and D. Nagy, 2016/1-4 (2016), pp.70-73.

ホモメトリック構造

松本 崧生

金沢大学名誉教授、自宅、金沢市土清水 2-77

matsumoto.ty@gmail.com

Homometric structures

Takeo MATSUMOTO

Emeritus Professor Kanazawa University、

Private address: 920-0955 Tsuchisimizu 2-77, Kanazawa, Ishikawa, Japan

Abstract: The several structures having the same Patterson map are called homometric structures. The fundamental sets having the same vector set may be called homometric sets. (Patterson, Hosemann & Bagchi, Buerger etc.). The Patterson function always has centro-symmetry. Patterson studied cyclotomic sets by n equally spaced points on the circumference of the circle and connecting r of these points to form a distance set. This homometric structures relates the enhancement of diffraction symmetry (Sadanaga, Ohsumi, Iwasaki etc.). Here homometric triplets and quadruplets are reexamined. in order to find the enhanced structures.

Keywords: Patterson function, vector sets, homomeric structure, cyclotomic sets, enhancement of diffraction symmetry.

1. X線回折図形の対称問題

L. Pauling, M. D. Sappel (1930) は、bixbyite の結晶構造の回折図形と同じ別の構造を見つけた。I21/a3-(No.206, Th-7) の $24 \times 2 \times 2$ 位置で、 $+x$ と $-x$ の構造は異なるにもかかわらず、Patterson map は同じである。これを機に、Patterson らの研究が始まり、多くのことが明白となった。 $|F_{hkl}|^2$ が同じ Patterson map を示す (同じ原子間ベクトル集合) の異なる構造を homometric structure と呼び、幾何学的、代数的両面から探求した。

{Patterson(1939,1944), Hosemann & Bagchi(1952,1953,1954)}

2. フリーデル則と回折対称の上昇。

Friedel's law (1913): 「結晶の X 線回折図形の対称 GD は、その結晶の幾何学的対称 GP に反転を加えたものである。」 (R. Sadanaga & K. Ohsumi (1979), Sadanaga et al.)

もし結晶 GP が対称心をもっておれば GD は GP に等しく、GP に対称心がない場合は、GD は GP と対称心との直積となり、GD は GP よりも対称が高い。

SiC polytype の一つ 10H 型の回折対称 GP が六方晶系にも拘らず、巨視的対称 GP は三方晶系であることが判明した (Ramsdell & Kohn, 1951)。雲母 10Tc3 polytype は GD が単斜晶系、GP

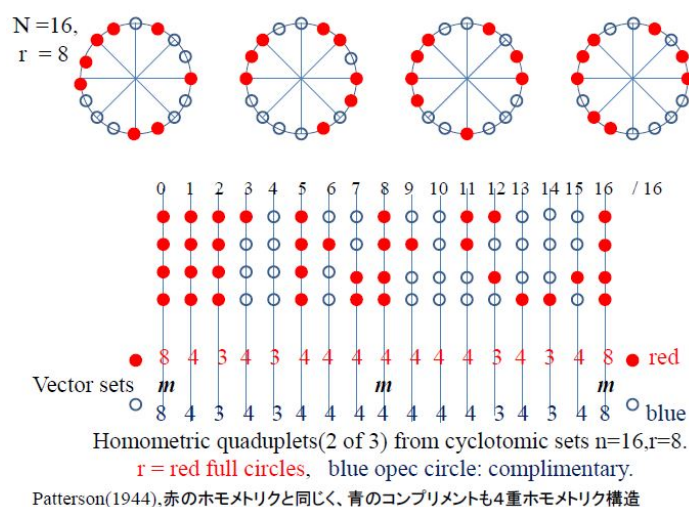
が三斜晶系である(Ross et al.,1966)。結晶の GD がフリーデル則の枠を超えて対称が高くなることを「回折対称の上昇」という。結晶学の常識に反するこの現象に対し、定永、大隅、岩崎、丸茂、松本、谷、Perez-MATO,Iglesias らの貢献がある。

3.ベクトル対称

数個の点配列 (fundamental set) 結晶構造があれば、その原子間ベクトルを一点に集めた図形(vector set)ができる。実際の結晶によるX線回折に実験データから計算で得られるパタソン図形は、原子 $fA \times fB$ を過重したベクトルセットに対応する。ベクトルセットの対称 GV をベクトル対称と呼べば、回折対称の代わりにベクトル対称 GV を考察すればよい。フリーデルの法則を仮定すれば、X線回折強度 $|F|^2$ の分布は、結晶内原子間ベクトル集合のフーリエ変換である。回折の対称は、原子配列の対称ではなく、原子間ベクトル集合の対称と対応する。

4.三重、四重ホモメトリック構造

Patterson が一次元の周期構造を円周上の点配列で表現しよう(cyclotomic sets)。原子間ベクトルは円弧の長さだが、その弦で考察してよい。円に内接する正 n 角形の頂点のどこかに r この同種原子を重複せず配置する置き方を、そしてホモメトリックの組を系統的に導いた ($n < 16$) (Patterson-Buerger rules)。三重、四重以上のホモメトリック組を再検討する。



参考文献

- Martin J Buerger (1959), *Vector Space and its application in crystal-structure investigation*. New York, John Wiley & Sons, INC., London Chapman & Hall, LTD.
- M.J.Buerger: Zeit. Krist. (1976)143,79; (1977)145,371.; Can. Mineral. (1978)16, 301
- Chun Chieh: Zeit Krist. (1979) 150.261.

R.Hosemann & S.N.Bagchi: Acta Cryst. (1952) 5,749. (1953)6,318., (1954) 7,237.

H.Iwasaki Acta Cryst (1972)., A28,253. : (1974) A30,173.: (1975) A31, S6.

R.Sadanaga & K.Ohsumi: Acta Cryst. (1975). A35,115. R.Sadanaga, K.Ohsumi & T.Matsumoto

Proc. Japan Acad. (1973a, b) 49, 609:49, 618: R.Sadanaga & H.Takeda: Acta Cryst. (1968) B24, 144.

定永 両一「結晶学序説」岩波書店。 K.Tani, Mineral, Journ. (1981), 10, 296.

T.Matsumoto, Acta Cryst. (1975) A31, S6: T.Matsumoto, K.Kihara, H.Iwasaki (1972). A30.107.

A.L.Patterson: Nature (1939) 143, 939: Phys. Rev. (1944) 65, 195.

J.M.Perez-MATO & J.E.Iglesias, Acta Cryst (1977), A33, 46

楕円の最密格子充填と楕円体の密な格子充填について

種村 正美^{*1}, 松本崧生^{**2}

¹ 統計数理研究所・名誉教授, 〒 233-0002 横浜市港南区上大岡西 3-5-3-307

² 金沢大学・名誉教授, 〒 920-0955 金沢市土清水 2-77

^{*}tanemura@ism.ac.jp, ^{**}matsumoto.ty@gmail.com

On Densest Lattice Packings of Ellipses and Dense Lattice Packings of Ellipsoids

Masaharu Tanemura¹, Takeo Matsumoto²

¹Prof.Emer. The Institute of Statistical Mathematics, 3-5-3-307 Kamiooka-Nishi, Konan-ku, Yokohama 233-0002, Japan

²Prof.Emer. Kazanawa University, 2-77 Tsuchi-Shimizu, Kanazawa 920-0955, Japan

Abstract: We present the densest ellipse lattice packings and the dense ellipsoid lattice packings. For ellipses, it is shown the density of the seven lattice packings do not exceed the maximum density of disk densest packing. However, in case of ellipsoid packing, it is shown there is a lattice whose density exceeds the maximum value of identical spheres.

Keywords : Ellipse Lattice Packing, Plane Group Symmetry, Packing Density, Ellipsoid Lattice Packing, Numerical Computation

1 はじめに

互いに重ならない粒子の充填において最も密になる配置は何か、そしてその密度はどれほどか？ このような問題は昔から多くの興味をひいてきた。等大円板系の場合、最密充填が六方型で最大充填密度が $\rho_2 \equiv \pi/\sqrt{12}$ であることが 1910 年に Thue によって証明された。等大球系については長い間 Kepler 予想が未解決問題であったが、2006 年に最密球充填が FCC 型で最大充填密度が $\rho_3 \equiv \pi/\sqrt{18}$ であることが Hales らによって証明された。これに対して、等大楕円系については 1948 年に Nowacki が高密度の楕円結晶系 4 種類を提示したのを皮切りに最密充填の研究が行われ、最近、一定の決着が得られたが、等大楕円体の系についてはまだ興味深い研究が続けられている。ここでは筆者らの楕円系の研究を主に論ずるとともに、楕円体系に関する最近の結果を示す。

2 楕円の最密格子充填

等大楕円の系で、どの楕円も他の 6 個の楕円と互いに接触する結晶系として $p2$, $c2mm$, $p2gg$ および $p31m$ の 4 種があることを Nowacki(1948) が示したが、その他に $p3$ と 2 種の $p2gg-4c1$ が存在することを Grünbaum-Shephard (1987) が示した。これらの結晶系の中で、Matsumoto-Nowacki (1966) は $p2$ と $c2mm$ は常に (楕円のすべてのアスペクト比) 円板の最大充填密度 ρ_2 に達することを証明し [3], Matsumoto (1968) は $p2gg$ に対してはこの充填密度を超えないことを示した [2]. 残りの 4 種, すなわち $p31m$, $p3$ と 2 種の $p2gg-4c1$ については、楕円系の充填密度を手で計算するには方程式が複雑になり、数値計算と数式処理を必要とした。

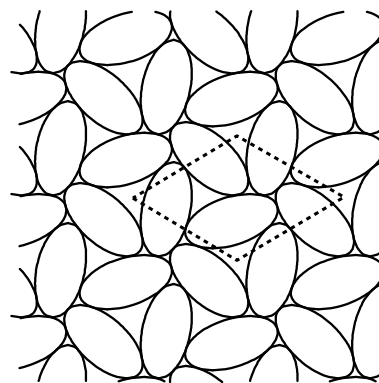


図 1: 楕円の $p3$ 充填の一例. 単位セルは破線の菱形.

$p31m$ に対して Tanemura-Matsumoto (1992) は

数式処理と数値計算によって楕円系の充填密度は ρ_2 より小さいが、アスペクト比 $k = b/a$ (a は半長軸, b は半短軸) が 1 のときのみ ρ_2 に達することを証明した [5]. $p3$ については Matsumoto-Tanemura (1995) は同様の方法で計算し、充填密度が $k = 1$ のときのみ最大値 ρ_2 に達することを示すとともに、 $p31m$ と異なり、楕円の主軸の傾斜角 θ を可変として、パラメータ空間 (k, θ) において充填密度 $\rho(k, \theta)$ を計算して、すべての θ に対して $\rho(1, \theta) = \rho_2$ となることを示した [4]. 図 1 に $p3$ 充填の例を与える. $p2gg-4c1$ の 2 種については、Tanemura-Matsumoto (1997, 2015) において充填密度 $\rho(k, \theta)$ を $p3$ の場合と同様のやり方で計算し、 $\rho(1, \theta) = \rho_2$ を示した [6], [7]. 図 2 は $p2gg-4c1(a)$ 充填の例である. 以上のことから、楕円の最密格子充填においてはその密度が円板の最大値 $\pi/\sqrt{12}$ を超えないことが分かる.

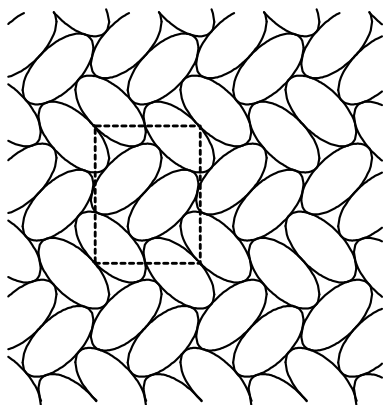


図 2: 楕円の $p2gg-4c1(a)$ 充填の一例. 単位セルは破線の長方形.

3 楕円体の密な格子充填

楕円体の格子充填において、Matsumoto-Nowacki (1966) は楕円体の Homogeneous Packing は球の最密充填密度 ρ_3 を超えないことを示している [3]. これに対して、最近、Donev. et al (2004) は楕円体の FCC 型の充填として、互いに直交する楕円体の層が z -軸方向に積み上がる構造 (図 3 参照) を考え、充填密度が ρ_3 を超えることを示した. われわれはこの事実を確認するため、数値計算を実行した. 表はいくつかのアスペクト比に対する充填密度の結果である. ここで、アスペクト比 α が 1 から $\sqrt{3}$ の間のすべての値に対して充填密度が ρ_3 を超えていることが分かる. 特に $\alpha = \sqrt{3}$ のとき最大値 0.77073... は [1] の数値を再現している.

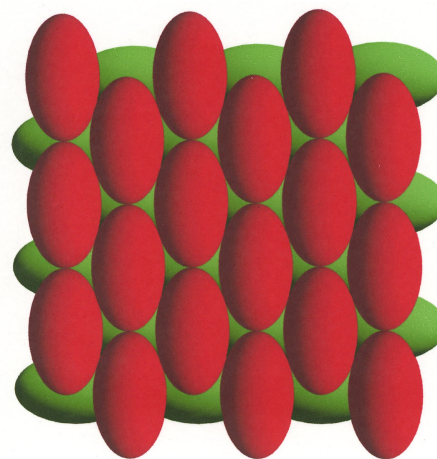


図 3: 楕円体の FCC 型積層充填. アスペクト比は $\sqrt{3}$.

$\alpha \equiv b/a$	充填密度
1.0000000000	0.7404804897
1.2000000000	0.7422604706
1.4000000000	0.7483429536
1.6000000000	0.7599220475
1.7320508076	0.7707315674

上の事実は 2 次元空間と 3 次元空間との違いを示していて、筆者らにとっては大変な驚きである. 講演では計算の詳細等を示す予定である.

参考文献

- [1] Donev, A., Stillinger, F.H., Chaikin, P.M. and Torquato, S. (2004). Unusually dense crystal packings of ellipsoids. *Physical Review Letters*, **92**, 255506.
- [2] Matsumoto, T. (1968). Proof that the pgg packing of ellipses has never the maximum density. *Zeitschrift für Kristallographie*, **126**, 170-174.
- [3] Matsumoto, T. and Nowacki, W. (1966). On densest packing of ellipsoids. *Zeitschrift für Kristallographie*, **123**, 401-421.
- [4] Matsumoto, T. and Tanemura, M. (1995). Density of the $p3$ packing of ellipses. *Zeitschrift für Kristallographie*, **210**, 585-596.
- [5] Tanemura, M. and Matsumoto, T. (1992). On the density of $p31m$ packing of ellipses. *Zeitschrift für Kristallographie*, **198**, 89-99.
- [6] Tanemura, M. and Matsumoto, T. (1997). Density of the $p2gg-4c1$ packing of ellipses (I). *Zeitschrift für Kristallographie*, **212**, 637-647.
- [7] Tanemura, M. and Matsumoto, T. (2015). Density of the $p2gg-4c1$ packing of ellipses (II). *Zeitschrift für Kristallographie*, **230**, 651-660.

空間を周期的に埋め尽くす形

手嶋吉法¹、渡辺泰成²、宮川大毅³、西尾晋作²、池上祐司⁴、山澤建二⁴

¹千葉工業大学工学部機械サイエンス学科、²元・帝京平成大学、

³元・千葉工業大学、⁴理化学研究所

¹〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

Shapes which can tessellate 3-dimensional space periodically

Yoshinori Teshima¹, Yasunari Watanabe², Daiki Miyakawa¹,

Shinsaku Nishio², Yuji Ikegami³, Kenji Yamazawa³

¹Chiba Institute of Technology, ²Previous affiliation: Teikyo Heisei University,

³Previous affiliation: Chiba Institute of Technology, ⁴RIKEN

¹Tsudanuma 2-17-1, Narashino, Chiba 275-0016, JAPAN

¹yoshinori.teshima@it-chiba.ac.jp

空間を隙間無く埋め尽くす代表的な立体形状として、5種類の平行多面体すなわち、平行六面体、正六角柱、切頂八面体、菱形十二面体、長菱形十二面体がある[1]。今回このうちの3種類に該当する、立方体（単純立方格子の格子点に関するボロノイ領域）、切頂八面体（体心立方格子の格子点に関するボロノイ領域）、菱形十二面体（面心立方格子の格子点に関するボロノイ領域）の立体模型（結晶学教材）を展示する。

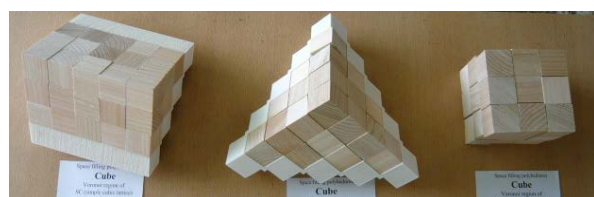


図1 立方体による埋め尽し



図2 切頂8面体による埋め尽し

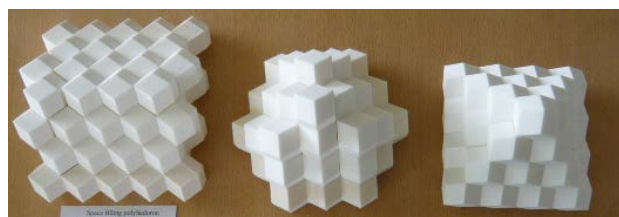


図3 菱形12面体による埋め尽し

特別な多面体だけが、空間を隙間無く埋め尽くすことが可能である。上述の立方体は正多面体（全5種類）の中で唯一それが可能であり、同様に切頂八面体はアルキメデス立体（全13種類）の中で唯一それが可能、菱形十二面体はアルキメデス双対（全13種類）の中で唯一それが可能となっている。

他方、空間を隙間無く埋め尽くす立体形状は、無数に存在する。別の言い方をすると、幾らでも違う形をデザインすることが可能である。高名なオランダの版画家 M. C. エッシャーは、平面を隙間無く埋め尽くす形（平面テッセレーションとも言う）に基づく作品を多数発表した。平面を隙間無く埋め尽くす形もまた無数に存在する。エッシャーの作品に限らず、一般論として、平面を隙間無く埋め尽くす形の輪郭線に加え、題材（動物等）の目鼻などを描き足すことにより、題材を想起し易くなる。逆に言えば、目鼻などを施さず、輪郭線（空間の場合は表面形状と呼ぶことにする）だけで題材を想起できるのであれば、優れたテッセレーションと言えるであろう。

平面テッセレーションの作品は、エッシャーの作品をはじめとして数多く発表されているが、空間テッセレーションの作品数は少ない。古くは、別宮利昭による「鯛」を題

材としたスケッチが[2]に所収されている。その後、帝京平成大学の渡辺泰成研究室において、村上らの「ゾウとイヌ（あるいはゾウとエリマキトカゲ）」[3]、西尾らの「木」[4]など、空間テッセレーションの優れた作品が発表された。千葉工業大学の筆者の研究室においても、空間テッセレーションに挑戦した学生がおり、幾つかの作品を考案した[5]。

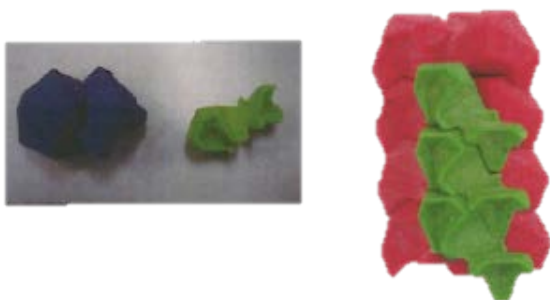


図4 ゾウとエリマキトカゲ（左）による埋め尽し（右） [3]



図5 木（右）による埋め尽し（左） [4]

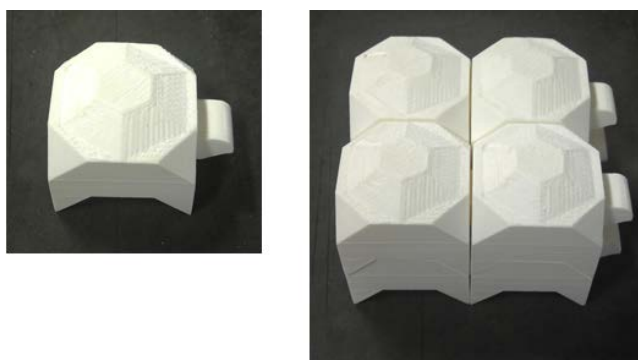


図6 亀 A（左）による埋め尽し（右） [5]

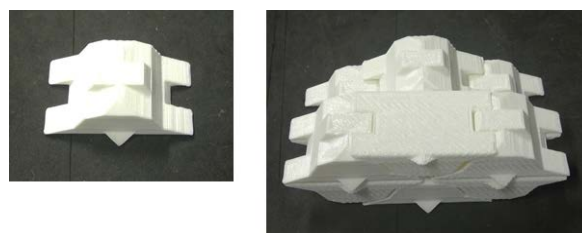


図7 亀 B（左）による埋め尽し（右） [5]

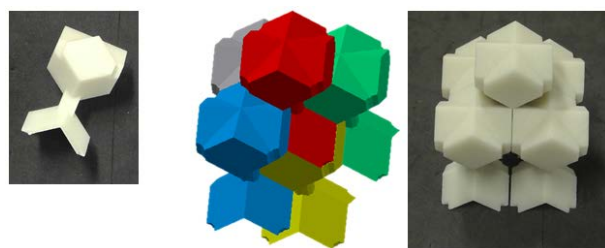


図8 チューリップ（左）による埋め尽し（中央と右） [5]

参考文献

[1] 例えば、秋山仁による解説記事「平行多面体とその元素ペンタドロン」

https://www.chart.co.jp/subject/sugaku/suken_tsushin/84/84-1.pdf を参照。

[2] 中村義作、『エッシャーの絵から結晶構造へ』（1983、海鳴社）に

別宮利昭による「鯛」のスケッチ画像が掲載されている。

[3] Y. Watanabe, Y. Ikegami, K. Yamazawa & Y. Murakami, "World of Scientific Puzzle Art Using Layer Manufacturing", Forma, Vol. 21 (No. 1), (2006) 37-48.

[4] Y. Watanabe, Y. Ikegami, Y. Murakami, K. Yamazawa, Y. Teshima, "Building of three dimensional Escher patterns by Layer-manufacturing", Acta Cryst. Vol.A64 (2008) C634-C635.

[5] 宮川大毅、手嶋吉法、「空間を埋め尽くす立体形状の開発」、第 80 回形の科学シンポジウム（東京電機大学 2015 年 11 月 22 日）、形の科学会誌、Vol.30-2 (2015) 166-167.

ドローンと形

谷口幸弥 春成寿郎 小川進
長崎大学工学部, 長崎市文教町 1-14
Email: bb35515021@ms.nagasaki-u.ac.jp

UAV and Form

Yukiya Taniguchi, Toshiro Harunari, Susumu Ogawa
Department of Engineering, Nagasaki University, 1-14, Bunkyo-machi, Nagasaki-city, Japan

Abstract: in recent years, spread of UAV progressed rapidly. UAV is low cost and higher resolution than aerial photographs of satellites, and the photographs could be repeated easily. Land cover classification of vegetation and water areas can be done from RGB and infrared images. UAV has automatic navigation functions, was measured even in places where human intrusion was difficult. In this study, hydrological analysis using UAV automatic navigation was carried out with 5-bands for Onigi rice terraces in Hasami town.

Keywords: Automatic navigation, Photogrammetry, NDVI, Evapotranspiration, Remote Sensing

1. INTRODUCTION

Photogrammetry using UAV is low cost and higher resolution than satellite images. UAV has automatic navigation and this function is easy to operate by anyone. In this study NDVI, NDWI, evapotranspiration, and land cover maps for Onigi rice terrace in Hasami were calculated using automatic navigation of UAV on April to September. A horizontal image of rice terrace shows in Fig. 1

2. METHODS

An automatic navigation route map was created using *Litchi for DJI Phantom* (Fig. 2). Aerial images were taken in the rice terraces with the same route in RGB, near infrared, short infrared. The infrared images were taken by attaching infrared film on UAV. 3D models were created using PhotoScan. The spatial distributions of NDVI NDWI, evapotranspiration, and land cover maps were created using ArcGIS from 5-bands. Defined equation of NDVI and NDWI are show in (1) and (2)

$$NDVI = \frac{Band4 - Band3}{Band4 + Band3} \quad (1)$$

$$NDWI = \frac{Band3 - Band5}{Band3 + Band5} \quad (2)$$

where Band 3 is red, Band 4 is near infrared and Band 5 is short infrared.

3. RESULTS and DISCUSSION

Some result images show in Figs. 3-6. One flight finished for only 21 minutes. These spatial resolution was about 10 centimeter per pixel. Evapotranspiration distribution in Fig. 5 was extracted vegetation areas from NDVI distribution in Fig. 4. Biomass per a plant is estimated from these NDVI and evapotranspiration distribution using UAV. Unsupervised classification in Fig. 6 was created all of RGB, Near infrared and Short infrared images and more detail than a case of only RGB

4. CONCLUSIONS

Different wavelengths were taken with one UAV by attaching infrared film on the camera lens. Spatial distributions of NDVI, NDWI and evapotranspiration were obtained. High resolution land cover classification maps were created. UAV was lower price, higher resolution and quasi-all-weather-type than

satellite images. Therefore, species and biomass quantity per microscale plant and the water balance, which were not measured with conventional satellite data, and the water balance could be estimated.

REFERENCES

S. Otsubo, S. Ogawa, H. Hidaka, G. Yamada, 2016, Present state of UAV and applications for civil engineering, NAOSITE, 46(86), pp. 43-49.

T. Nagafuchi, Y. Imamura, S. Ogawa, 2017, A study on the landscape characteristic of Onigi rice terraces in Hasami town, NAOSITE, 47(89), pp.87-92.

S. Otsubo, S. Ogawa, H. Hidaka, Y. Imamura, 2017, Survey on the vegetation cover and irrigation for rice terrace with UAV, NAOSITE, 47(88), pp. 7-12.

Table 1 Band classification

Band	Wave length (nm)	Color
1	400-500	Blue
2	500-585	Green
3	585-740	Red
4	740-900	Near infrared
5	900<	Short infrared

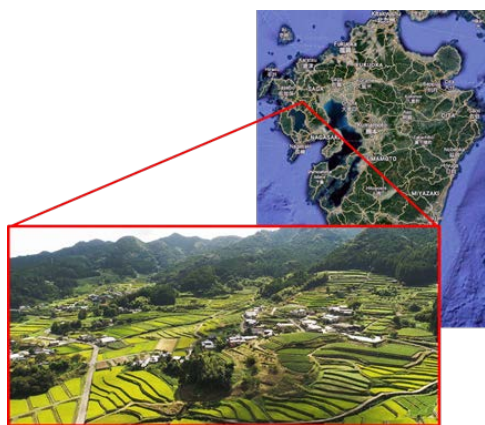


Fig. 1 Horizontal image of Onigi rice terraces.

Fig. 2 UAV-automatic-navigation-route-map.

Fig. 3 RGB image from UAV (July 22)

Fig. 4 NDVI distribution (July 22)



Fig. 4 Evapotranspiration distribution (July 22)

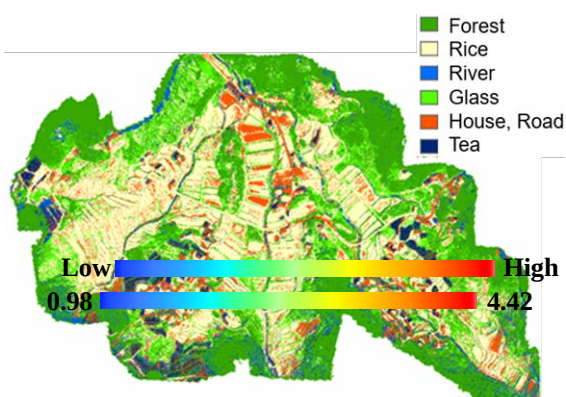


Fig. 6 Unsupervised land cover classification map.

Spatial Distribution Patterns for Radioisotope Pollution from Fukushima Nuclear Power Plant Accidents

Susumu OGAWA and Keisuke SAITO

Graduate school of engineering, Nagasaki University

E-mail. ogawasusumu@nagasaki-u.ac.jp, keisuke_saito@cc.nagasaki-u.ac.jp

Keywords: Chernobyl, Fractal, Fukushima, Particle model, Turbulent flow

Abstract: In this study, pollution simulations were carried out discretely using a simple particle model. The radioisotope pollution shows four types of patterns: dry and wet deposits and laminar and turbulent flows for nuclear power plant accidents. Therefore, four pollution patterns appeared.

1. Introduction

On March 11, 2011, the Great East Japan Earthquake brought the earthquake and tsunami in East Japan, and Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant became out of control, finally worldwide radioisotope pollution occurred. Atmospheric diffusion of radioisotopes was simulated by SPEEDI and various methods so far as validations and reproduction. Although in 2012 Tokyo Electric Power Company presented analytical results on radioisotope emission estimation, still the estimate at the accident and the examination for simulation methods are modified continuously. However, the atmospheric diffusion model could not accurately evaluate the accident pollution. In this study, an atmospheric diffusion simulation was carried out using a simple particle model. Without complex and vast calculation, instantaneous diffusion damage predictions in the accident or trial atmospheric diffusion simulation before the accident are expected with much effect.

2. Methods

Radioisotopes were particles or gaseous at leaked parts in the nuclear power plant, but most radioisotopes adhered on the concrete debris in hydrogen explosions and aerosols in the air and crystallized, finally travelled in the air and fell down on the ground. In this study, this state was assumed as a particle with a diameter of 0.01 to 0.1 mm in the calculation.

Horizontal velocities are the same as wind data, while vertical velocities are the Stokes equation as next.

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

where v_s : a falling velocity (m), ρ_p : particle density (2650kg/m³) ρ_a : air density (1.225kg/m³), μ : viscosity coefficient (1.8Pas)

Used data were wind and precipitation data, and DEM.

3. Results

Particle model results are shown in Figs. 1 and 3.

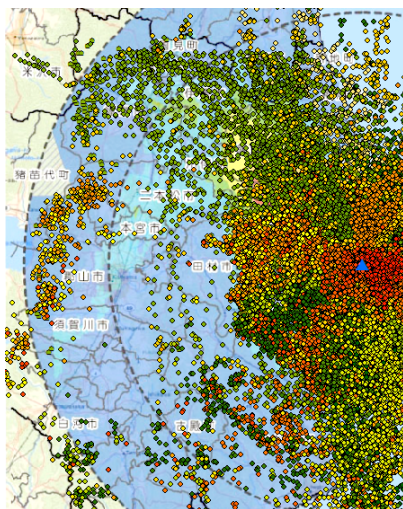


Fig. 1. Distribution of particles
12-Mar

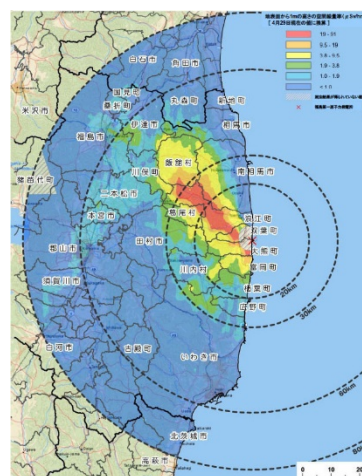


Fig. 2. Monitoring spatial dose

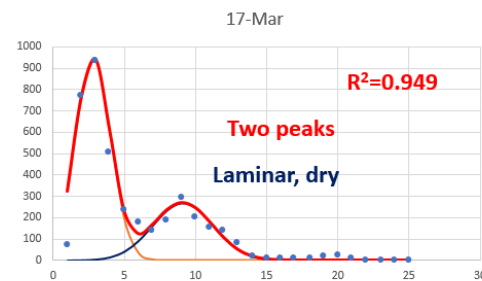
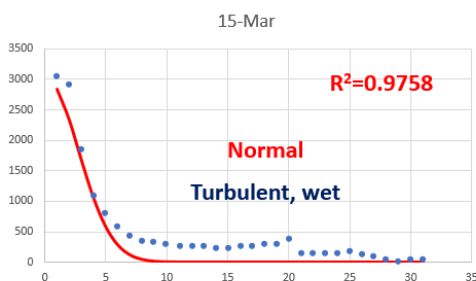
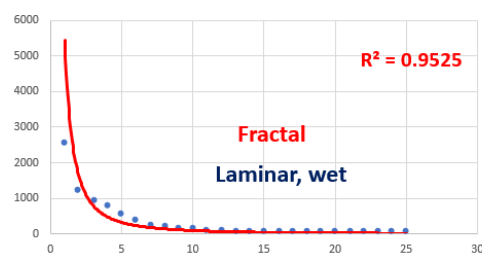
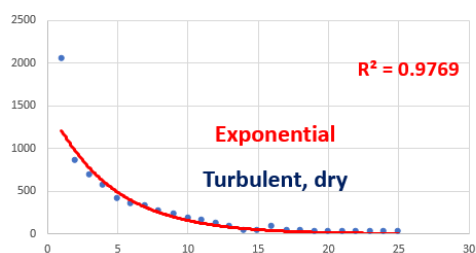


Fig. 3. Four patterns of spatial distribution

4. Conclusions

- (1) Advection calculation for radioisotopes using a particle model does not request any parameters, which an atmospheric diffusion model uses, atmospheric stability, the source height, a mixing layer height, and a deposition rate. Although a particle model is a simple method, the overall migration process for radioisotopes was estimated.
- (2) In the conventional atmospheric diffusion model, it is possible to calculate only the puff model expressing the normal distribution, the plume model expressing the lognormal distribution. In the particle model, fractal and exponential distributions are newly added, and the occurrence conditions (flow and deposition types) were explained.

今昔物語の構造解析 — イソップ物語との比較

高木隆司

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

Analysis of Konjaku-Monogatari – Comparison to Aesop's Fables

Ryuji Takaki

Abstract: Structures of stories of Konjaku-Monogatari, produced in the 12th century in Japan, are analyzed according to the method produced by the present author. It is a continuation of the research by the present author, which is made for Aesop's Fables and presented at the Katachi Symposium in July 2017. The present analysis is not completed yet, but seems to suggest a similar tendency to the Aesop's Fables as to the dependence of network structures of stories on purposes of stories. This research is motivated by a recent notion on the importance of narrative analysis for basic study of artificial intelligence by a member of DARPA in USA (Ted Goranson) and his collaborator (Beth Cardier).

Keywords: Konjaku-Monogatari, Aesop's Fables, Network Structure, Artificial Intelligence

1. 導入

筆者は、2017 年 6 月に金沢工業大学で開かれた形の科学シンポジウムにおいて、イソップ寓話のネットワーク構造に関する発表を行った[1]。これは、DARPA と呼ばれるアメリカの公的組織のメンバー Ted Goranson、およびメルボルン大学の Beth Cardier との共著で行った「物語の対称概念をデザインするための kutachi」という講演 [2] に刺激されたものであった。その主旨は、今までに見たことがないシステムを設計するという人間にとって本来苦手な仕事において、昔から伝えられている物語の解析が有効であることを主張するものであった。

イソップ物語の解析からは、まれに起きる非常に良い内容の話では、登場人物同士の相互作用が他の話に比べて多いということを示した。ここでは、それと同じ傾向が、イソップ寓話のように多数の短編から成り、大昔から親しまれている今昔物語にも見られるかどうかを問題とする。今昔物語は、12 世紀の成立と考えられており、天竺(インド)、震旦(中国)、本朝(日本)における約 1000 編の短い話から成る。今回使用した資料は、本朝編の 157 の話を現代語訳したものである[3]。

2. 物語のネットワーク構造および物語の主旨の分類

物語の解析方法および主旨の分類法は、イソップ寓話の場合と同じである。例として、1 つの話の時系列、ネットワーク構造と、それから抽出した 5 個のパラメータ値を図 1 に示す。

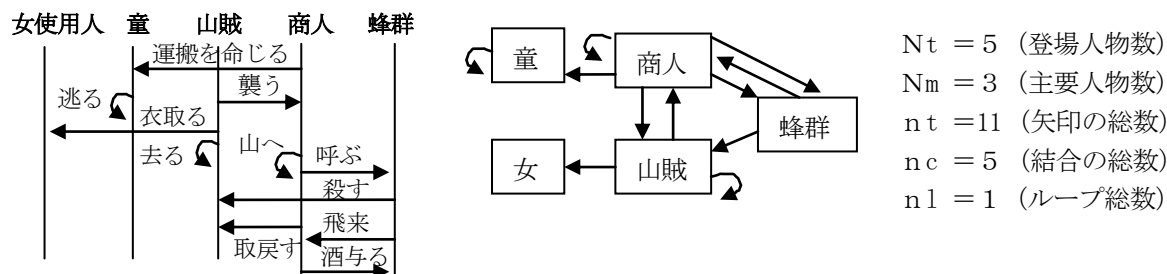


図 1. 今昔物語「蜂の群れが山賊を刺し殺す話」。左：時系列、中：ネットワーク構造、右：パラメータ値。

話の意図を、教訓か戒め (A+, A-)、まれな話 (B+, B-)、よくある話 (C+, C-)、因果関係の紹介 (D+, D-) に分類した。+- は、良い話か悪い話の区別を表す。図 1 の話では、末尾に「蜂でさえ恩に報いる。受けた恩は必ず返さねばならない」という教訓を述べているので、A+ に属する。

3. 今昔物語とイソップ寓話の解析結果の比較

図2は、今昔物語とイソップ寓話についての解析結果である。5個のパラメータの内、 nt (相互作用の総数) が特徴的な変動を示している。どちらの物語でも、 $-$ よりも $+$ の方が nt の値が大きい傾向がある。ただし、この傾向は今昔物語ではBの分類で成立せず ($B+ < B-$)、イソップ寓話ではCの分類で成立していない ($C+ < C-$)。下向き矢印については、4節で述べる。

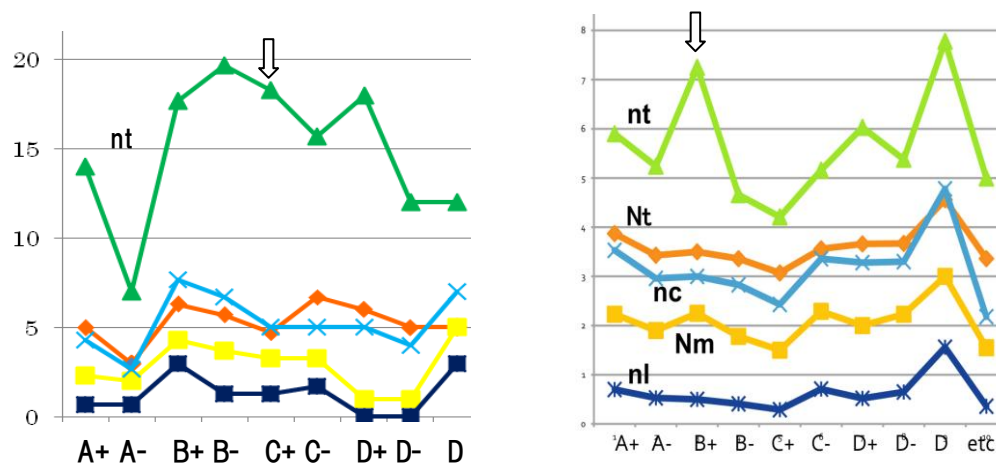


図2. 今昔物語 (左) とイソップ寓話 (右) におけるパラメータ平均値の分布。

4. 議論

ここで、今昔物語とイソップ寓話で、文化的背景、および話の分類法に若干の違いがあることを注意しておく。その違いを、下の表で示す。図2の矢印は、どれも希な良い話を指す。

	文化的背景	勧め戒め	妖怪超能力	希な話	日常的な話	因果関係
イソップ	ギリシャ神話	A	無い	B(矢印)	C	D
今昔物語	仏教思想	A	B	C(矢印)	無い	D

イソップ寓話は、奴隷であるイソップが主人に種々の助言をする際に生み出したもので、妖怪や超能力の話は無い。一方、今昔物語は珍しい話を集めたものであり、日常的な話は無い。また、仏教思想が普及した平安後期に生まれたので、前世の話がなくても「これも前世の縁であろう」という結論をつけたがる。したがって、話の主旨が因果関係の紹介 (D) であるのかどうかの判断に手間取った。

さらに、最後に教訓を述べているが、話の意図は明らかに珍しい話の紹介であろうと思われるものが多かった。これらの事情で、話の分類にある程度のあいまいさが付きまとうのはやむを得ない。

以上の理由で結果を出すのに時間を費やしたので、今回の発表では、今昔物語の内 22 話を対象としたものととどまっている。残りは今後完成させたい。

しかしながら、イソップ寓話でも今昔物語でも、「良い結果に終わる希な話では、登場人物同士の相互作用の数が多い」ということが言えそうである。もしこのことが正しいとすれば、「人間にとって非常に良いシステムを構築するには、ユーザーがそのシステムを操作するとき、やり取りの回数を多くするのがよい」ということが言えるかもしれない。また、他のパラメータの効果についても、今後検討していきたい。

参考文献

- [1] 高木隆司、「イソップ寓話の解析-人工知能研究の一方針、第83回形の科学シンポジウム講演予稿集(2017), pp. 39-40.
- [2] T. Goranson, B. Cardier, 高木隆司、「物語の対称概念をデザインするための kutachi」、形の科学会誌、23 巻 2 号 (2008), pp. 235-236.
- [3] 福永武彦、野坂昭如、「日本の古典9, 今昔物語」, 河出書房新社, 1971.

文字の許容と字形の変化 ——横画の空間の空け方について——

杳名健一郎

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

Permission and Transition of the Shape of the Character: About how to Open Space of Horizontal Line of KANJI

Kenichiro KUTSUNA

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

Keywords: Shodo, shape of the character, Kanji, open space of horizontal line

A horizontal line of a KANJI has a margin in left and right. Latitude is wide, so the shape of the KANJI doesn't know the right shape. So a classical work of KANJI was investigated. Even if as a result, a horizontal line played the role of a balancer of a KANJI, and a vertical line shifted to outside, a horizontal line was left in the center. It's a study of very remarkable achievement in a structure design of the KANJI character.

1. はじめに

これまで文字の形状、いわゆる「字形」(表 1)を整えるシステムについて論じてきた。これは人間の視覚や脳の基本的な感覚から求められる形と、社会に求められる条件を背景に、文字にあるべき形が規定され、書道の文字や活字のデザインに重要な意味を持つからである。特に活字制作の場面においては、今もなおデザイナーによる感覚的な作業が中心となっており、科学的な取り組みは困難である。一方、手書き文字では、多くの許容の形が存在し、例えば漢字では、余白の空け方にいろいろな方法がある。文字が人間の感性によって発達してきた経緯を踏まえ、手書き文字の感性について考察を行う。また文字のデザインアレンジとしての字形の変化である許容について論じ、空間の開け方について考察する。

2. 文字の点画の接し方と許容について

書の科学的な研究は未だに抵抗が強く、詳細部分については未だ解明されていない。横画の接し方(図 1)についての規則については、古典を参考に体験的感覚で説明されるのみである。例えば図 2「青」と図 3「霄」の「月」の違いも不明である。この横画の接し方について、なぜ開くのが左右異なる場合が存在するのかを明らかにしたいと思ったのが本稿の動機である。

文字は歴史的に見ると、骨などに彫られた甲骨文字から、石や陶土に書き彫られた篆書、布から木竹片、紙へと素材を変えながら書かれた隸書、草書、行書、楷書へと進化し、現在は PC のモニタに適したフォントへと、その素材に合わせ、書く(input)、読む(output)の容易さや美的感覚などを踏まえた進化と開発が行われている。文字の増加は、言語の発達に伴って著しく増加し、それとともに誤字や俗字、異体字、略字など、その用途に応じたバリエーションが発生し、文字の“正しい形”について、古来より議論は絶えなかった。現代、文字におい

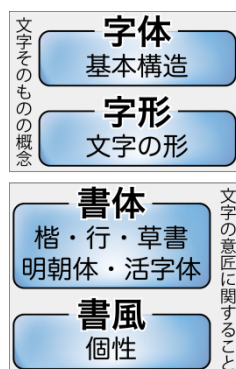


表 1, 用語の整理



図 1, 横画の開閉の分類法

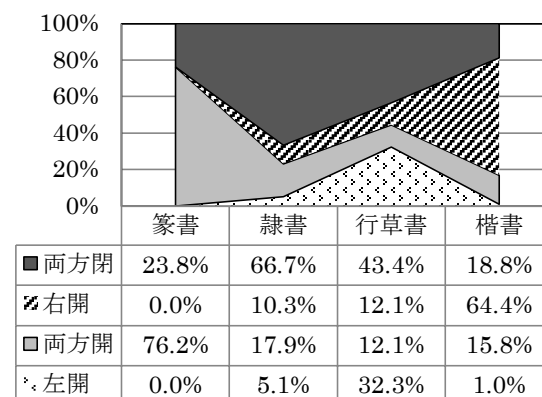


表 2, 大書源における「日」横画の開閉状況



図 2, 左開きの文字一覧 (「九成宮醴泉銘」13 字 14 カ所)

図 3, 参考

て解釈が難しいのが、許容である。許容とは、字体に許される一定の範囲であり、例えば「木」の縦画の末端をハネる、ハネないは許容である。しかし字体の許容を超え、本数が多かったり、ハネの方向が逆だったりする場合は誤字である。古い文字においては許容の幅が広いが、その書風が今日につながる次世代の新しい文字の創造に繋がる挑戦だったとも考えられよう。



図 4, 中心

3. 画間の開閉と「日」「目」「月」における内部の横画について

まず、書道における字書として最大級である『大書源』*1の調査を行った。日部は全部で 281 字。篆書 42、隸書 39、行書・草書 99、楷書 101 字が採録されている。その分類方法は図 1 のように行い、その結果は表 2 のようになった。歴史変遷に従い左から右へ並べた。

<考察>篆書は、字源となる甲骨文字、あるいは大篆と呼ばれる原始的な篆書の意匠を汲んだ字形となり、76.2%が左右開く。隸書は非常に規則的に文字を構築するため、66.7%が左右両方を閉じる。行書・草書は連続性が高く両方を閉じるものが 43.4%、左を開くものが 32.3%。楷書は 64.4%が右を開く。ここで指摘すべきは歴史の変遷で、篆書から隸書に移行する際に、両方を開く字形が閉じるものに統合された。それが行書草書で連続性を獲得し左を開く文字が現れるが、楷書ではほぼ右を開ける字形へと遷移した。この楷書について以下に考察したい。

4. 横画の左右開閉についての調査・分析

古典作品で調査分析を行った。資料は楷書の古典作品の中で最も基本であり、厳正かつ緻密に計算された字形と言われる「九成宮醴泉銘」*2を使用した。本書 1079 字中、日や目のような横画を文字に含む「道」「開」「東」など、299 カ所をカウントした。結果は、開いた場所が左 14(4.7%)、左右 85(28.4%)、右 105(35.1%)、両方閉 68(22.7%)、混合 27(9.0%)であった。

<考察>左が開いている文字(図 2)について考察する(注)。門がまえや車などの「日」が 12 個、「月」「目」が 3 個である。「青」では下の「月」部分がやや右にずらして書かれる重疊法で書かれるべきだが、左の縦画が左にずれた分、横画の左が開いたと考えられる。同様に左の縦画が左にずれた場合、図 3「百」もやや左開きになっている。縦画が無い場合、同「尋」のように右開きになる。それに対し、通常の重疊法では、図 3「霄」の「月」を右にずらし、しかし右の縦画がやや右に広がって、横画が左に付き、右が開いたと考えれば自然である。もちろん、右の縦画が右にずれずに狭ければ、左右に接した書き方になるであろう。

門がまえや月偏などは、左側・左上に位置する。縦長の字形となり、やや左に傾斜した文字の場合に横画が左開になる傾向がある。ところが図 2「惕」は左開で、図 3「竭」は右開である。これを比較すると重心の高さと左右への張り出しが関係しているものと推測される。

5. 横画の接し方と文字の重心バランス

以上より、囲まれた中にある横画は重心バランスを保つために文字、あるいは部首等のパーツの中心に位置し続けることにより、左右に接続・余白を作ることがあることが分かった。この横画が鍾(重り)の役割であることから、横画鍾と呼ぶこととする。「青」「霄」は縦書き(図 4)で配置すると、横画鍾が中心に書かれて「月」部の横画が左開・右開になる。図 2 の文字群では横画鍾が部首等のパーツの中心に位置し、傾斜や広がりを目視的に重心補正している。

これらの結果は非常に画期的なことである。経験則から横画の右を開けて書く書き方について、今後は注意が必要となる。また手書き文字のみでなく、横画鍾を活字デザインに用いれば、視覚的な美的感覚を持った新しいデザインの文字の設計が可能になる。今後の課題としたい。

*1 『大書源』二玄社 2007 *2 『拡大法書選集 九成宮醴泉銘(一)(二)(三)』二玄社 1977

(注) 九成宮醴泉銘は画数に比例し縦に大きさが異なる。図 2 は調整して文字の大きさを揃えた。

非格子シェリングモデルにおけるパターン形成

吉野 隆

東洋大学理工学部, 〒350-8585 川越市鯨井 2100

tyoshino@toyo.jp

Pattern Formation on Off-Lattice Schelling Model

Takashi Yoshino

Department of Mechanical Engineering, Toyo University, Kujirai 2100,
Kawagoe 850-8585, Japan

Abstract: We investigated an off-lattice simulation of the Schelling's segregation model, which was carried out on a square lattice in his original work. The obtained patterns were dependent on two parameters: the radius of personal region and the critical tolerance ratio, the ratio of the agent's tolerance to the mean number density of the system. The resulting patterns show new types of configuration which was not observed in the original simulation on the lattice.

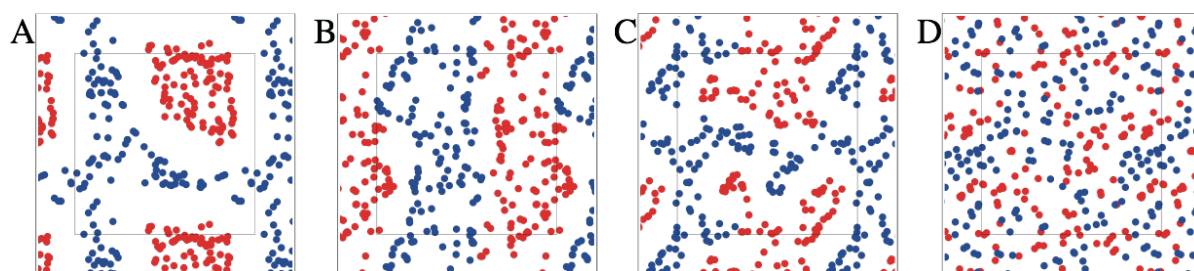
1. Schelling Model

シェリングモデルは, Thomas Schelling が提案した住み分け (分居) のモデルである [1]. 正方格子にいる二種類のエージェントは, 周囲 (Moore 近傍) に別グループのメンバーが最大許容数を超えている場合には新しい居住地を求めて, 条件を満たす一番近い場所に移動する. Schelling は, 最大許容数を適切な値にすると, エージェントに「仲間と一緒にいたい」という意志がなくても分居 (それぞれのグループのクラスター化) が発生する場合があることを示した. シェリングモデルは, エージェントがひとつのサイトに重複して入ることができないなどの束縛条件をもつ. これを緩和するために, 以下に示す非格子のシェリングモデルを提案する.

2. Off-Lattice Schelling Model

非格子シェリングモデルは以下の特徴をもつ. エージェントは半径 R の円状のパーソナルエリアを持つ. パーソナルエリア内に一定の数密度 (臨界許容度) 以上の相手メンバーがいたら, エージェントは新しい位置を探す. 新しい場所の探索には, 非格子ランダムウォークを用いる.

一辺の長さが 1 の正方形を計算領域とし, 周期境界条件を適用する. 正方形の領域内に 2 種類のエージェントを与えられた数 (それぞれ 100) だけランダムに配置する. 自分のパーソナルエリア内にいる別グループのエージェントの数密度が臨界許容度より多い場合, そのエージェントは, 非格子ランダムウォークで別の場所を探す. ここで, 臨界許容度はパーソナルエリアにいても耐えられる相手グループのエージェント数をパーソナルエリアの面積で割った値であり, すべてのエージェントで共通であるとする. 配置が定常状態になるまで, この手続きをすべてのエージェントについて順に行う. 結果は, 初期配置の他に, パーソナルエリアの半径 R の値と臨界許容度 η_c の値の組み合わせによって異なる.



図：エージェント分布の代表例．A: スポット ($R = 0.30$, $\eta_c = 0.60$), B: ストライプ ($R = 0.30$, $\eta_c = 0.80$), C: 連結 ($R = 0.20$, $\eta_c = 0.65$), D: 中間 ($R = 0.10$, $\eta_c = 0.70$).

ランダムウォークを繰り返しても条件を満たす位置が見つからない可能性があるので、ランダムウォークの歩数の上限を 200 回に設定している．また、定常状態が得られない場合があるので、すべてのシミュレーションは、全部のエージェントの試行を 200 回繰り返した時点で終了するようにしている．

3. 結果と考察

定性的であり恣意的であるが、結果を五種類に分類した．A: スポット (ひとつのクラスターが完成), B: ストライプ (帯状), C: 連結 (グループはほぼ連結しているが特徴的な形ではない), D: 中間 (分離は見えるが全体はつながっていない), E: その他 (定常状態に達しない．もしくは、すべてのエージェントが適切な場所を発見できない)．E を除く四種類の代表的なパターンを図に示した．図の中にある正方形はシミュレーション領域を示している．計算には周期境界条件を用いているので、計算結果を用いてその外側も描くことでパターンを理解しやすくしている．計算は、パラメータの値を、 $R = 0.05$ から $R = 0.40$ まで 0.05 おき、 $\eta_c = 0.40$ から $\eta_c = 1.00$ まで 0.05 おきとした．ふたつのパラメータ値の組み合わせのもとで、初期条件を変えてそれぞれ 20 回ずつ行っている．前述の E: ランダムは定常状態を得られないまま終了したものと初期条件のまま終了したもののみである．

スポットとストライプは従来のシェリングモデルでは見られなかった配置である．これは、パーソナルエリアが広い場合に現れる．スポットは最も分居が進んだパターンだと考えられる．このパターンが現れるのは、パーソナルエリアが広く、臨界許容度がある程度低い場合である．臨界許容度が低すぎるとパーソナルエリアが狭い場合には分居が発生するが、広い場合にはエージェントが新しい場所を見つけることができない事態になる．そのため、分居が発達するためには、分居の発展に適切なパーソナルエリアと臨界許容度が揃う必要がある．

分居が発達するに従って、ふたつのグループ間の緩衝領域 (どちらのエージェントも存在しない領域) が増える．現在は緩衝領域の発達を定量的に表す方法について検討を進めている．

文献

- [1] Schelling, T.C., Dynamics Models of Segregation, Journal of Mathematical Sociology, 1, 143-186 (1971)

いちじくの渡来と伝播そして文化的受容

杉本 剛

神奈川大学、横浜市神奈川区六角橋 3-27-1

sugimt01@kanagawa-u.ac.jp

Arrival, Propagation and Cultural Acceptance of the Edible Fig

Takeshi Sugimoto

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

Abstract: The edible fig is one of the oldest domesticated plants. It has its origin in Asia Minor. Diogo de Mesquita, the mentor to the Tensho-Embassy boys, is the first to bring this fig to Nagasaki in 1590 and planted them probably in Kazusa (Shimabara) and Amakusa. Portuguese appreciate it as a fruit and also use it to tie writings of 'god speed' prayer. The fig is bred easily by planting its cutting. The year 1631 saw the first appearance of '無花果' in the Chinese-Japanese dictionary. Leaves and fruits of the edible fig are vividly depicted on a Kokutani dish made in 1650-60. A fruit and a leaf of this fig in a circle is the family arm of Isume Maehara, who along with his 46 colleague ronin revenged himself for their late master in 1702. The appearance of the fig in decoration of dishes and arms show cultural acceptance of this introduced plant by Japanese.

Keywords: History of the Edible Fig, Diogo de Mesquita, Kokutani Ware, Family Arms

1. いとぐち

いちじく (*Ficus carica*) は最も古い栽培植物の一つとして知られている。聖書に出て来る禁断の木の実はいちじくだといわれているので、アダムとイブのパンツはいちじくの葉が務める。原産地は小アジアで、地中海沿岸で広く栽培されるようになる。中国にはシルクロードを通じて伝来したが、いちじくが海を渡ることはなかった。ここでは、いちじく渡来の真説を典拠とともに示し、日本文化に受け入れられていく様子を管見する。

2. いちじく渡来の真説

イエズス会のディオゴ・デ・メスキータ神父は天正遣欧使節(1582-90)のメンターで、ゴアに足止めを命じられた使節立案者のアレッサンドロ・ヴァリニャーノ巡察師の後任として使節の仕事を成功に導いた。メスキータ神父はポルトガル人で、ナチュラリストであった。ポルトガルには旅の無事を祈る奉納文をいちじくに結び付ける習慣があった。使節がリスボンを離れて帰国の途に就くとき、メスキータ神父はいちじくの鉢植えを旅の共にした。

1590年7月21日、天正遣欧使節は長崎に戻った。このとき、メスキータ神父はいちじくを携えていた。たぶんはじめは島原の加津佐の学林(セミナリオ)の庭にこの木たちを植え、1591年7月までに学林が天草に移されてからはその庭にも植えた。このこと自体は結城了悟⁽¹⁾に記載あるが、典拠が示されていない。それは、メスキータ神父がマニラの管区長ジュアン・デ・リベラ神父に宛てて書いた1599年10月28日付手紙⁽²⁾である。

日本人にとっての柿と地中海沿岸諸国の民にとってのいちじくとは交差する。「イソポのハブラス(天草学林, 1593)」では、イエズス会士はいちじくを柿と翻案し、「日葡辞書(長崎学林, 1603)」では、柿(Caqi)の項で「日本のいちじく、リンゴに似る」と説明している。

無花果は中国語である。林羅山が著した本草漢和辞典「多識編(1631)」の巻一には「無花果 波奈々志久太毛乃(はななしくだもの) 今案 一熟(いちじゅく)也」とある。この日まで一熟とよばれていたのは今日ではイヌビワ(*Ficus erecta*)とよばれる在来種であった。一熟の由来は、ひと月のうちに一斉に実が熟すからという。定説「いちじくの渡来は寛永年間(1624-44)」は、この「多識編」にいちじくの記載があることが根拠だった。むしろ、九州に植えられたいちじくが、40年ほどで、都入りしたことを示す根拠資料となる。

3. デザイン要素としてのいちじく

イヌビワから一熟の名を取り上げた *Ficus carica* は、17世紀の半ばまでには日本のデザイン界に登場するほどに身近な存在となる。

図1に古九谷様式の平鉢を示す。いちじくである。松岡コレクションの名品のひとつで、制作時期は1650-60年といわれている。写実性の高い絵柄に、凝った背景を配した優れたデザインに仕上がっている。このころまでに、いちじくは加賀の国にまでやって来たことを示している。

図2に赤穂義士のひとり前原伊助宗房の家紋を示す。いちじくである。非対称な家紋いちじくは、家紋抱き瓜の右瓜のみを独立させて創られたのではないか。前原は、浅野家に父の代から使えていた江戸詰め家臣である。1703年で享年40歳であったから、17世紀の半ばまでには、江戸で家紋に使われるまでのポピュラリティを、いちじくが獲得していたことを示している。もちろん家紋いちじくを継ぐ者はいない。



図1. 古九谷様式：無花果文 平鉢
(松岡美術館 蔵)



図2. 赤穂義士 前原伊助宗房の家紋
(飯尾精, 新装版忠臣蔵の真相, 1999)

4. むすび

貝原益軒の「大和本草」巻二二木之上(1709)に無花果の記載があり、「今諸国ニ有之」という。葉を煎じて飲むと心痛が治るそうである。寺島良安の「和漢三才図会」巻八八(1712)の千七十二頁に無花果の記載があり、正確な図も添えられている。挿し木で植えることについて述べられている。実(ではなく花托)も葉も五痔咽喉の痛み止めとなり、実(ではなく花托)は胃を開き、下痢を止める。いちじく万歳！

文献

- (1) 結城了悟, 「新資料天正少年使節」, (南窓社, 1990), p. 18.
- (2) ARSI, *Japonica-Sinica*, 13, II, ff.348-349v.

核酸の過渡的構造と機能：不安定ゆえの意義？

西垣 功一^{1,2}、マニッシュ・ビアニ²

¹ 埼玉大学大学院 理工学研究科,
〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 2 5 5

² 北陸先端科学技術大学院大学
〒923-1292 石川県 能美市旭台 1-1

¹koichi@fms.saitama-u.ac.jp, ²biyani@jaist.ac.jp

Transient structure of nucleic acids and its function: Significance due to instability?

Koichi Nishigaki, Manish Biyani

Saitama University, 255 Shimo-okubo Sakuraku, Saitama, 338-8570, Japan
1-1 Asahidai Nomi-city, Ishikawa, 923-1292, Japan

Abstract: Definitely, biopolymers such as proteins and nucleic acids are playing the crucial roles in the life through their static and dynamic structures. Static or stable structures have been well studied by X-ray, NMR, microscopic analyses and others. Progressively, the significance of unstable or transient structures has been recognized, especially, with proteins, on which lots of articles have appeared in these days. Whereas, that of nucleic acids is less studied with all accumulating phenomena and functions of RNA and DNA such as miRNA, ncRNA and others. Here, the significance of the transient structures of nucleic acids are reviewed.

Keywords: nucleic acids, transient structures, significance of unstable structures, SSCP(single strand conformation polymorphism), thermodynamics

はじめに

科学は常に未知に挑戦し続けてきた。タンパク質や核酸という生体高分子の構造と機能の分野では、1950 年代の X 線結晶構造解析研究(ミオグロビン等の立体構造や DNA 二重らせん構造)を端緒として、この 60 年の間に高エネルギー線源、NMR や Cryo 電顕などの革新技術の登場により、リボソームや PS(光合成系)Ⅱのような高度な複合体の構造を解くにまで至った。その上で、原子・電子レベルで機能メカニズムを理解する努力がなされつつある。技術の進歩は、それまで研究対象となしえなかった領域の探査をも可能としてきた。

生体高分子の過渡的構造

タンパク質研究においては、長年の研究対象の「安定な構造」から「不安定構造」へと研究の裾野を広げ、機能を理解する上での“パラダイムシフト”を起こした(1)。すなわち、これまでのように安定構造を主体として生命現象を理解しようとするだけではなく、本来的に安定な構造を取らない(intrinsically disordered)、従ってその多くは不安定な過渡的構造の集合状態の寄与を考慮することによって初めて生命現象の真相理解につながるという考えである(2)。蛍光や短寿命レーザーの応用技術や MD, MM などの計算科学技術

の発展が背景にある。一方、核酸研究においては、この間、機能上の大発見（「エクソン・イントロン」、「リボザイム」、「アプタマー」、「RNAi」、「miRNA」など）が続いたが、機能との関係から核酸の短寿命構造に注目した研究は少なく、W-C 塩基対合をベースとする二重らせん、ステムループ、三重鎖や G-クォルテットなどの安定構造への関心が強かった。

近年、高解像度の NMR 技術によりサブミリ秒の分子内動態が捉えられるようになると、いわゆる Watson-Crick 塩基対合（G と C、A と T(U)）であっても、DNA 二重らせん中に、過渡的にその互変異性体（Tautomer）同士の対合が瞬時形成されていることが明らかになった（3）。かつて筆者らは制限酵素をプローブとして一本鎖 DNA 中に準安定構造が過渡的に形成されていることを実証する研究を行った（4）。これらは短寿命の過渡的構造であっても、有意に生命現象とかかわるということを示したものである。別の観点から、同一長さで点置換しているだけの DNA どうしがゲル電気泳動で分離するという SSCP（一本鎖核酸構造多形）現象（5, 6）が見つかり、突然変異検出の有力な技術となった。後に、筆者らはこの現象が不安定構造のダイナミクスに起因することを示した（7）。

さいごに：核酸の過渡的構造の意義

上記のように核酸にも過渡的構造が意味をもつ現象が見つかってきている。過渡的、換言すれば、短寿命過程を生命が利用していない（換言すれば、それらと無関係に進化する）ということは、生命の進化を考える上でむしろ考えにくいことである。生命は“利用できるものはすべて利用して進化した”と考えるべきであろう。ではどのように、この現象に無事に対処してきたのか、あるいは、むしろ積極的に利用してきたのではないか？ 現実の生命現象に短寿命過程がどれだけ深く関わっているかは今後明らかにしていくべきことであるが、短寿命過程（高速かつ多様なコンフォメーションの存在など）を積極的に応用する生命現象が存在するとしたら極めて興味深い。

37 億年の生命進化の後段で出現した免疫系は、当然のことながら、ゼロから始めた新規な系に依存したのではなく“既存分子の組換え”を主たる創生力として生み出された。進化の最後段で創生された脳（高次情報処理）活動では、高速・多様性が求められるが、それを実現する分子の実体はまだ明らかになっていない（神経細胞ネットワークやシナプス制御で説明し尽くせるか、まだ不明である）。この観点からも過渡的短寿命過程は注目される。

〈参考文献〉

1. Tompa, P. (2002) Intrinsically unstructured proteins *TiBS* **27**(10), 527-533
2. Potenza et al. (2015) MobiDB 2.0: an improved database of intrinsically disordered and mobile proteins *Nucl. Acids Res.*, **43**, Database issue **D315–D320**
3. Kimsey et al. (2015) Visualizing transient Watson-Crick-like mispairs in DNA and RNA duplexes *Nature* **519**, 315–320
4. Nishigaki et al. (1985) Type II restriction endonucleases cleave single-stranded DNAs in general *Nucl. Acids Res.* **13**(16) 5747-5760
5. Nishigaki et al. (1986) Detection of differences in higher order structure between highly homologous single-stranded DNAs by low-temperature denaturant gradient gel electrophoresis. *J. Biochem.* **99**, 663-671
6. Orita et al. (1989) Detection of polymorphism of human DNA by gel electrophoresis as single strand conformation polymorphism *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **86**, 2766-2770
7. Nakabayashi, Y. and Nishigaki, K. (1996) Single-Strand Conformation Polymorphism (SSCP) Can Be Explained by Semistable Conformation Dynamics of Single-Stranded DNA *J. Biochem.* **120**, 320-325

生体の凍結抑制機構と氷結晶の形

古川義純¹、長嶋剣¹、中坪俊一²、田丸春香²、吉崎泉²、
島岡太郎³、曾根武彦⁴

¹北海道大学低温科学研究所、札幌市北区北19西8

²宇宙航空研究開発機構、つくば市千現 2-1-1

³日本宇宙フォーラム、東京都千代田区神田駿河台 3-2-1

⁴有人宇宙システム株式会社、つくば市千現 2-1-6

frkw@lowtem.hokudai.ac.jp

Freezing preservation of living beings and ice crystal shapes

Y. Furukawa¹, K. Nagashima¹, S. Nakatsubo², H. Tamaru², I. Yoshizaki², T. Shimaoka³
and T. Sone⁴

¹Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ., Sapporo

²Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), 2-1-1, Sengen, Tsukuba

³Japan Space Forum (JSF), 3-2-1, Kanda-Surugadai, Tokyo

⁴Japan Manned Space Systems Corporation (JAMSS), 2-1-6, Sengen, Tsukuba

Abstract: The free growth of ice crystals in supercooled bulk water containing an impurity of glycoprotein, a bio-macromolecule that functions as ‘antifreeze’ in living organisms in a subzero environment, was observed under microgravity conditions in the “KIBO” module of the ISS. The mechanism of the antifreeze function is discussed in relation to the pattern formation of polyhedral ice crystal.

Keywords: Ice crystal, Space experiment, Antifreeze protein, polyhedral pattern, Impurity effect

1. 寒冷環境における生体の凍結抑制

流水で覆われた極地の海には、多くの魚が生存している。彼らは、氷点下の環境にもかかわらず、生体が凍結することなく生き延びることができる。その理由は、血液中に凍結を防ぐ機能を持つ特殊なタンパク質（凍結抑制タンパク質）が含まれているためである。このようなタンパク質は、生きた臓器の保存や食品保存などへの応用が期待され、近年研究が進展している[1]。このタンパク質が如何なるしくみで凍結抑制機能を発揮するのかは極めて興味深い問題である。通常は、このタンパク質分子が氷結晶の表面に吸着することで、その成長を抑制するためと考えられているが、そのメカニズムは十分

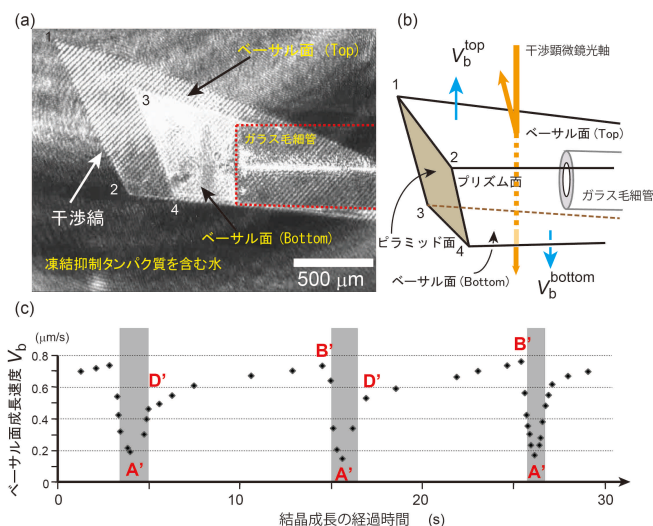


図1 宇宙実験で成長した氷結晶の写真と氷ベーサル面の成長速度の精密測定例。(a) 干渉縞の現れた氷結晶のベーサル面。(b) 観察している結晶外形の3次元模式図、(c)ベーサル面の成長速度の時間変化。無重力であるため、対流などの擾乱の効果ではない。

に解明されているとは言えない。

2. 国際宇宙ステーション「きぼう」における氷結晶の自由成長実験

我々は、このようなタンパク質の一つである“不凍糖タンパク質”（Antifreeze glycoprotein、以下 AFGP と呼ぶ）を例にとり、その機能の発現メカニズムを詳細に研究している。その一環として、国際宇宙ステーション「きぼう」の船内で実現される無重力環境を利用して、微量の AFGP を含む過冷却水中で氷結晶の自由成長実験を行った（図1）。この実験では、AFGP 分子の不純物効果で氷ベーサル面の成長速度が3-5倍も促進されること、および成長速度が周期的に変動（自発振動）することが発見された[2]。結晶の成長速度は、不純物効果により抑制されることが通常であるため、成長促進を実証したのは、本実験が最初である。また、成長速度の自発振動も、従来その存在は予測されていたが、本実験により初めて観察された。

3. 氷結晶の外形と凍結抑制機能

凍結抑制タンパク質は、成長速度が速い結晶面に吸着してその成長を抑制するために、全体として氷の結晶成長が抑えられると考えられてきた。これは、従来から議論されている不純物分子による成長ステップのピン留め効果による成長抑制が、このタンパク質の機能についても本質的な役割を果たすと理解されてきたためである。しかし、宇宙実験で明らかになった氷のベーサル面の成長促進は、この機能とは一見矛盾するように見える。では、なぜこのタンパク質は凍結を抑制できるのであろうか。それは、多面体結晶の成長における形態形成の基本原則「多面体の結晶が成長するとき、結晶外形は最終的に最も成長の遅い面で囲まれる」に関連する。

氷点下にある魚の血液を採取して顕微鏡で観察すると、12の三角形の結晶面（ピラミッド面）で囲まれた十二面体の氷微結晶が多数発見される（図2参照）。しかし、この微結晶は血液中に存在するだけで、それ以上成長することはない。すなわち、ピラミッド面はこのタンパク質が最も吸着しやすい結晶面で成長を強く抑制するので、これ以上の成長が停止している（すなわち、凍結が抑制されている）と理解される。一方、氷結晶が水中に生成された（核生成）直後では、結晶の外形はもっとさまざまな結晶面で囲まれているはずである。すなわち、この十二面体結晶が実現するには、多面体結晶の形態形成の基本原則に従って、ベーサル面は成長が促進されて最初に消失してしまい、最終的に成長速度の最も遅いピラミッド面のみで囲まれるというプロセスが作用する。宇宙実験で明らかになったすなわち、ベーサル面の成長促進は、このタンパク質による生体の凍結抑制機能を発現するための必然なのである[3]。

参考文献: [1]古川義純, 他: 日本物理学会誌, 65(2010)98-102.

[2] Y. Furukawa, et al.: *Scientific Reports*, 7:43157, doi:10.1038/srep43157 (2017).

[3]参照: <http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/frontiers/case06/>.

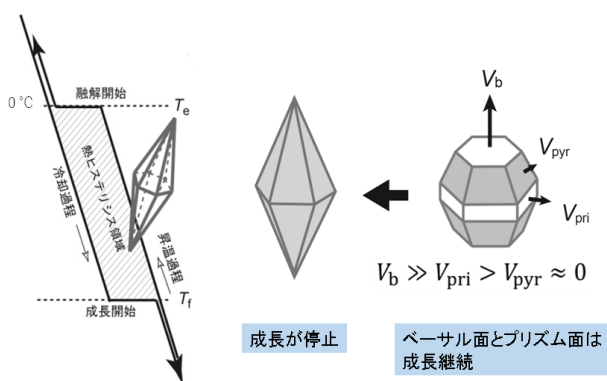


図2 氷点下の血液中に存在する氷の十二面体結晶。この結晶外形は、ベーサル面成長速度の促進が鍵となって生成される。

三つ折り問題の解決

三浦 公亮

東京大学及び JAXA 宇宙科学研究所

miurak@gakushikai.jp

Tri-folding using Bi-folding

Koryo Miura

The problem of folding a rectangular sheet of paper of a known size (A4 or letter) is solved. The method consists of adding an add-on sheet of length $L/3$ to convert the original problem to folding a $4L/3$ sheet. This method is also applicable to “uchi-ori” (the center part is slightly longer than the sides part), that is the case we encounter in the daily life frequently.

課題：：折りの問題で、もっとも単純だが、未だに実質上解決されていない問題がある。それは A4 またはレターサイズの手紙を、封筒に入れるために、三つ折りにする作業である。三つ折りというと、Euclid の方法や、芳賀の定理などの、Tri-section がすぐ頭に浮かぶ。しかし、日常的なデスク上の仕事に、いちいちそういう方法を使うことは、煩雑にすぎる。ましてや、長さが既知であるのだから。この課題に挑戦したのは、そのような背景があるからだ。

二つ折りの原理：手始めに、二つ折りについてその操作を分解してみる。(Fig.1: Mechanism of Bi-folding by formation of a cylindrical surface)

- 1) まず長さ L の用紙の両縁部分の向き合った面を、きっちり合わせる。
- 2) この合わせた部分から発する“しずく状”断面の筒型面が形成される。
- 3) この筒型曲面を平らに潰し、 $L/2$ の折り目を形成する。

操作は自然で簡単で、且つ高い精度が得られる。この優れた方法を三つ折りの問題解決に利用する。

解決：原理は「長さ L の用紙に、長さ $L/3$ の add-on を一端に追加して、長さ $4L/3$ とすれば、2 の倍数になる。これを二つ折りすると、 $2L/3$ 位置の折り目ができる。次に add-on を他端に追加して同様の操作を行うと、 $L/3$ 位置の折り目ができる。」と記述される。(Fig. 2: Tri-folding using an add-on part) 尚、この方法は、単純に三等分だけでなく、中央部の巾が両側より大きい、いわゆる内三つ折りに拡張できる。それには、add-on を $L/3 + \Delta$ とする。(Fig. 3: Design of a tri-folder) 尚、この方法は、分割数が 5、7、9 にも適用できる。この理論を実現するには、提示したメカニズムに従う限り、多様な設計が可能である。

Fig.1: Mechanism of Bi-folding by formation of a cylindrical surface

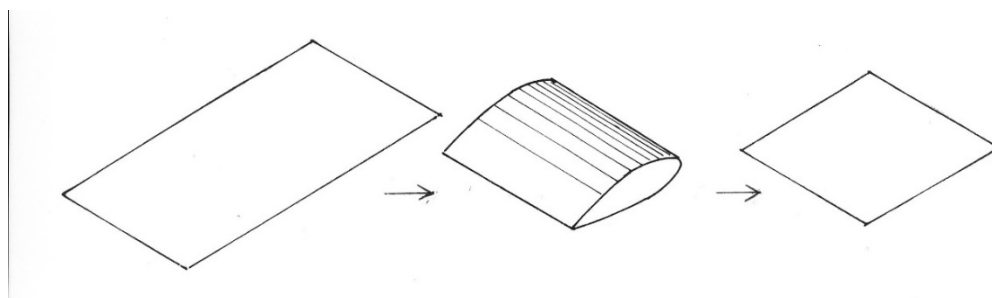


Fig. 2: Tri-folding of a sheet with add-on sheet

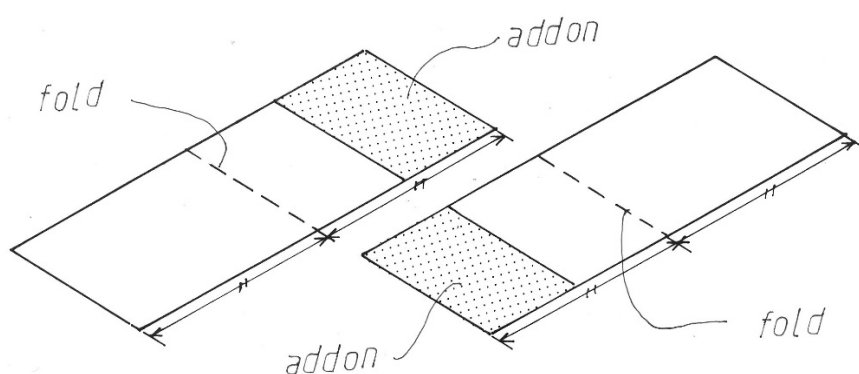
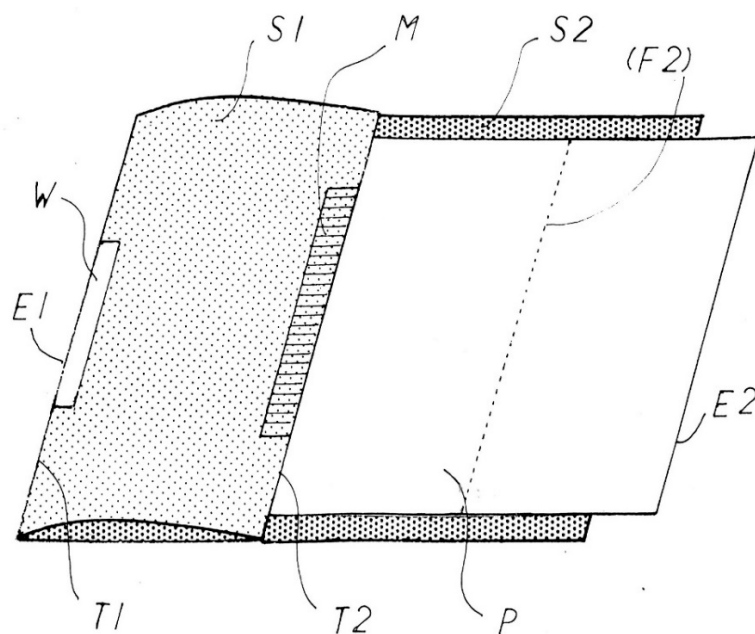


Fig. 3 Design of a tri-folder: (Nomenclature): E: Edge, F: Fold, M: Magnet, P: Paper, S1: Sheet(addon), S2: Sheet, T: Terminal, W:Window



一般座標と TDGL 方程式の結晶成長理論への応用

小川直久

北海道科学大学 札幌市手稲区前田 7-15, 006-8585

ogawanao@hus.ac.jp

Application of General coordinate and TDGL equation for the theory of Crystal Growth

Naohisa Ogawa

Hokkaido University of Science, Maeda 7-15, Teine, Sapporo 006-8585 Japan

Abstract: Mullins-Sekerka theory is the typical one for understanding the pattern formation of crystal growth. This theory contains two effects. One is the heat equation and the other is the Gibbs-Thomson (GT) effect which is used as the boundary condition of heat equation. However, GT effect holds under the equilibrium state but not during the crystallization. Furthermore, GT effect contains the geometrical quantity: mean curvature which is hard to express in Decalt coordinate. In this talk, we hope to understand the GT effect in better way by using Time Dependent Ginzburg Landau (TDGL) equation with general coordinate.

Keywords: Crystal Growth, Gibbs-Thomson effect, TDGL, General coordinate.

パターン形成の理論

結晶成長の話題でたびたび登場するパターン形成といえば、Mullins-Sekerka 理論である。ここでは融液成長に限って話を進めたい。凸凹のある固体表面では、場所ごとに固体表面の融点が変わるという Gibbs-Thomson (GT) 効果を境界条件として、熱拡散方程式を解くことによってパターンの形成が理解される。この理論の重要な点は、ゆっくりとした結晶成長では近似的に温度場がラプラス方程式に従うと考えてよいので、固体表面に凸凹がある場合には凸部分での温度勾配が高くなり、そこで成長速度は大きくなる。これは揺らぎを増長する効果をもたらす。一方で Gibbs-Thomson (以降 GT と記す) 効果では、平均曲率が正となる凸部分では融点が下がる。つまり粒子はここに“くっ付きにくい”。出っ張りに粒子を吸着させようとする、表面積が増えるので界面自由エネルギーが増えて不利という訳である。つまり、GT 効果は凸凹を慣らして平らにしようとする効果を与える。この2つの効果が相まって、ちょうど良い凸凹に仕上がるというのが Mullins-Sekerka 理論である。さて、問題は Gibbs-Thomson 効果である。ここに平均曲率という幾何学量が登場するのだが、こうした曲率を考察するのに、デカルト座標でやるのはかなり厄介である。そこでいくつかの結晶成長の教科書では、この GT 効果の説明において球面に話を転じる。半径 R の球に体積 v_L の分子が一様に吸着することを考えると、球の表面積の増加は1分子吸着あたり

$$\Delta S = 4\pi(R + \Delta R)^2 - 4\pi R^2 = 8\pi R \Delta R,$$

一方で $v_L = 4\pi R^2 \Delta R$ が成り立つので、 $\Delta S = (2/R)v_L = \kappa v_L$ 。但し球の平均曲率の式

$\kappa = 2/R$ を用いた。従って 1 分子の吸着による界面自由エネルギーの増加は, γ を単位面積当たりの界面自由エネルギーとして, $\Delta F = \gamma \kappa v_L$ である。

界面が凸凹の固体と, 融液が熱平衡状態にあるときは化学ポテンシャルが等しいので $\mu_{Liq} = \mu_{Sol} + \gamma \kappa v_L \dots \textcircled{1}$ が成り立つ。 $\Delta\mu = \mu_{Sol} - \mu_{Liq}$ は, 界面がフラットなときの化学ポテンシャルの差で熱力学的な議論によって,

$$\Delta\mu = L_p \frac{T - T_M}{T_M} \dots \textcircled{2}$$

と書ける。但し, T が界面温度, $L_p = Lv_L$ は 1 分子あたりの潜熱 (融解熱), T_M はフラットな界面での融点, 界面温度 $T = T_M$ であれば平衡状態でこれは 0 となるが, $T > T_M$ であれば負となるので, 液体層の化学ポテンシャルが低く, 液体へと移行する。温度の関係が逆であれば, 固体層の化学ポテンシャルが低く, 固体へと移行し結晶化が進む。①, ② から, 界面が凸凹の時の平衡温度として, GT 効果の式が求まると言うわけである。以上の議論は, 通常行われるものであるが二つの点で好ましくない。一点は, 平均曲率 κ の不自然な導入, もう一点は, GT 効果で得られる温度は平衡温度であり結晶が成長状態にあるとき $\mu_{Liq} > \mu_{Sol}$ には用いられない。実際に, 結晶成長速度が早い時は界面過冷却と言って, 界面温度が GT 効果で与えられるものよりもさらに低くなる。これらの問題をスッキリさせるために (1) 一般座標 (General coordinate) を用いること, (2) Time Dependent Ginzburg Landau (TDGL) equation によってダイナミクスを記述すること, の二つを提唱する。

一般座標による記述

時刻 $t = 0$ の界面を Σ で表し, その上に曲線座標 (q^1, q^2) を張り, 微小な時刻 δt 後の界面を Σ_a で記す。この時, Σ 上の各点での法線方向の成長速度を v_n と書くと, 二つの曲面上での幾何学量の差を微分の形で表せる。(メトリック, メトリック行列式の平方根, 平均曲率, ガウス曲率)

$$\frac{dg_{ij}}{dt} = 2v_n \kappa_{ij} \quad \frac{d\sqrt{g}}{dt} = \frac{1}{2} \sqrt{g} g^{ij} \dot{g}_{ij} = v_n \kappa \sqrt{g} \quad \frac{d\kappa}{dt} = -v_n \text{Tr}(\kappa^2) - \Delta v_n$$

$$\frac{dG}{dt} = -v_n \kappa \text{Tr}(\kappa^2) + v_n \text{Tr}(\kappa^3) - \kappa \Delta v_n + (\nabla_j \partial_i v_n) \kappa^{ij}$$

TDGL 方程式

非平衡系の時間発展を追う統計力学としてポピュラーなものに, Time Dependent Ginzburg Landau (TDGL) 方程式がある。これは自由エネルギーが極小状態に移行するように状態が変化することを保証するもので, ここでは力学変数として微小な時間 δt の間の界面の変位 $a = v_n \delta t$ を選ぶ。このとき TDGL は

$$\frac{\partial a(q, t)}{\partial t} = - \frac{\Gamma}{\sqrt{g}} \frac{\delta F[a]}{\delta a(q, t)}$$

であり, 自由エネルギーとしてバルクのエネルギーと界面自由エネルギーを入れ, 前節の結果を用いると, 新たな GT の式を得る。

$$T = T_M \left\{ 1 - \frac{1}{L} \left(\gamma \kappa + \frac{v_n}{T} \right) \right\}.$$

これは成長速度が 0 のとき融点を表す GT 効果をもたらし, 成長速度の効果は界面温度を下げる。つまり界面過冷却を表している。

結論

一般座標を用いて結晶成長での界面変化を考えることによって, 球面近似に依らず, すっきりと平均曲率依存性が得られる。また TDGL を用いることで GT 効果に加え, 界面過冷却の効果も理論的に得られる。また, 得られた幾何学量の発展方程式はそのほかの多くの計算に役立つと考えられる。

ヒューマノイドとの自動会話の形

松浦 執

東京学芸大学・教育学部、東京都小金井市貫井北町 4-1-1

shumats0@gmail.com

Form of Automated Dialog with a Humanoid

Shu Matsuura

Tokyo Gakugei Univ., Facul. of Edu.,

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

Abstract: An automated dialog system between human and a humanoid robot, NAO, was developed. The role of the dialog of this study is the voice search of information using a topic map ontology that bases an e-learning system. The developed form of the dialog consisted of utterance-response form with the action step inserted in between.

Keywords: dialog, humanoid, Topic Maps, ontology

1. はじめに

スマート・スピーカーやボイス・サーチなど、音声認識を用い、会話が人間と情報システムとのインタフェース・プラットフォームになりつつある。一方、身振りや顔の表情などにより感情表現の可能なコミュニケーション・ロボットが次々と開発され、人間の生活パートナーとして市販されつつある。会話生成の方法としては、多量の会話データから機械学習により人間の発話への返答として適切なものを選択するものと、オントロジーを利用して返答データを選択するものがある。

本研究は、人間のパートナーとして、人間との会話を通じて知識を検索するための、ヒューマノイドの会話生成を目的としている。特に、Topic Maps オントロジーによって駆動される e-Learning システムを知識リソースとした会話生成を検討する。

2. 対話システム

ロボットとの会話は、次の4つのタイプに分類できる。1)シナリオ型の固定的会話、2)会話の固定的パーツを組み合わせた会話生成、3)AI（人工知能）クラウドを利用した自由会話、4)知識システムの資源を会話のパーツとして活用するもの。本研究では4)のタイプを扱い、オントロジーにより可用性を高めることで、知識システムは会話リソースとして利用可能であるという仮説に立っている。

人間の音声に対するロボットの対話は、通常、人間の発話(utterance)にロボットの返答(response)を対応させることで行う。これを `u:(utterance)response` と書く。この utterance は人間の談話の全体または一部で、他と言葉を区別するための音声の区切りである。Utterance と response は単一または複数の音声のリストで、後者の場合には複数の言葉を同じ概念として集合にした concept とする。挨拶の concept を例えば `concept:(hello)[こんにちは やあ]` などと表記する。この hello を上述の utterance または response として用いる。Concept の集合の要素を動的に定義する場合を dynamic

concept と呼ぶ。

3. 対話生成

人間の utterance を音声認識して、response を dynamic concept として用意するロボット側のステップを action と呼ぶことにする。認識した utterance をもとに topic map のクエリを行い、クエリ結果をメモリに保存して response を決定してメモ

リに保存するまでが action ステップである (図 1)。この action ステップでは返答内容に応じた身振りの選択・保存の robot behavior も含まれる。

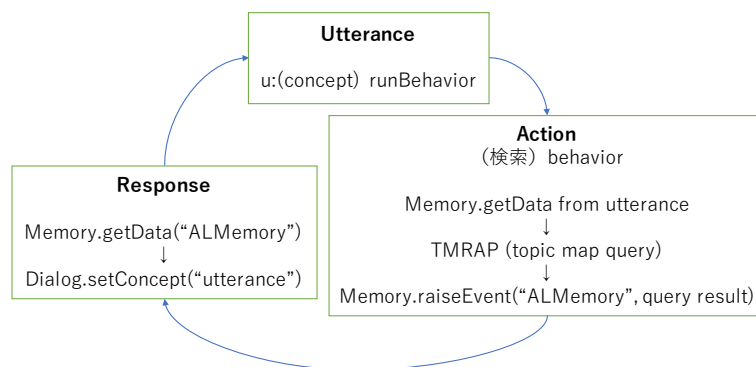


図 1. 対話生成の 3 ステップ循環

表 1. Association による主題トピック間の移動の例

Topic map は topic 間を association で結合したもので、これによりトピック間を移動して主題を検索することができる。また、話題になっている分野や内容区分を遷移していくことを内部状態の遷移と定義することが可能である。

Association Type		決まり文句	Action
broader_narrower	階層の上下	[subject]の次の階層	SetSubSubject
IntraSubject_is_related_with	分野内関連	[instance]とくれば	AskRelated
TransSubject_is_related_with	分野横断関連	[instance]につなげて	AskTrans-Related
is_based_on	基礎-応用	[instance]の基礎は	AskBase

Utterance→response がトピック間の結合である場合には、表 1 に示した例のように association type により Action type を決定することができる。また、特定のトピックについての特定のデータを返答する場合には、表 2 の例のように association の特別なタイプに相当する occurrence type によって Action をタイプ分けできる。これらに対話上で区別するために、本研究では、utterance として、topic 名と決まり文句の接続を association type に対応させた。

表 2. Occurrence による内部 data の取得の例

4. おわりに

対話を主題やデータの間の関連付けとして捉えたことが本研究の対話生成の特徴である。従って、この対話はオントロジーデザインに依存する。また、オントロジー上の推論が可能になる。

ひらめきを得る対話を実現するためには、分野横断的な association type の多様性を豊かにしていくことが考えられる。

Occurrence Type		決まり文句	Action
Dialog	説明	[instance]とは	AskDialog
Era	年代	[instance]の時代	AskEra
Date of birth	生年	[instance]の生年	AskBirthDate

回転対称型接合部とその応用例の耐震シェルターについて

阿竹 克人

株式会社 阿竹研究所 〒468-0068 名古屋市天白区表台 15

atake@atake-i.com

About the revolving symmetry type joint and an earthquake-resistant shelter of the application.

Katsuhito ATAKE

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

Abstract: It's possible to compose a structure with the various shapes by processing the material end uniformly and connecting like the revolving symmetry, not to join a part through special joint material. The earthquake-resistant shelter developed using steel for containers as the application is indicated.

Keywords: shelter revolving symmetry Solid grid Solid truss structure

1. はじめに

第 82 回形の科学シンポジウムで、長方形の四隅に回転対称状のかぎ爪と中央よりに 2 か所の穴を持つ可撓体(アナとハートのあたけピース)についての発表を行った。

基本形は四隅のかぎ爪を対応する穴に入れる形で接合するものであったが、かぎ爪同士の接合も可能であることに気が付いた。リングを構成するように順に接合し各ピースを中心線に沿って折り曲げれば立体の骨組みを構成することができる Fig. 1

Fig. 2 はこの方法を家形の骨組みに適用したものである。

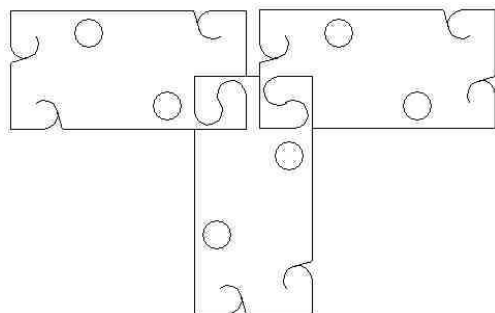


Fig. 1



Fig. 2

2. 立体格子

この方法はアングルのような鋼材にも適用可能で、三本の部材が直交する頂点や、さらに六本が集まる立体格子を構成することもできる。 Fig. 3

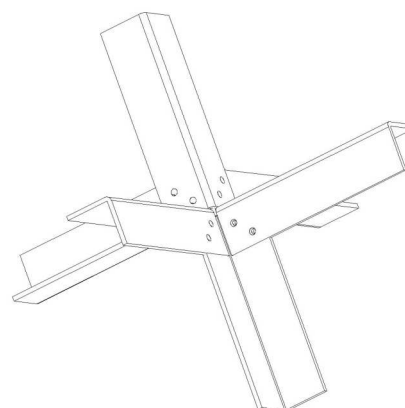


Fig. 3

3. 立体トラスへの適用

どのような三次元骨組みの交点も中心を通る任意の軸を中心に緯度経度で表すことが出来、原理的には適当な軸を選んで経度順にこの方法で接合することが可能である。通常ボールジョイントなどの特殊な接合部を要する 8 本の部材が集まる立体トラスの接合部に適用してみた。Fig. 4

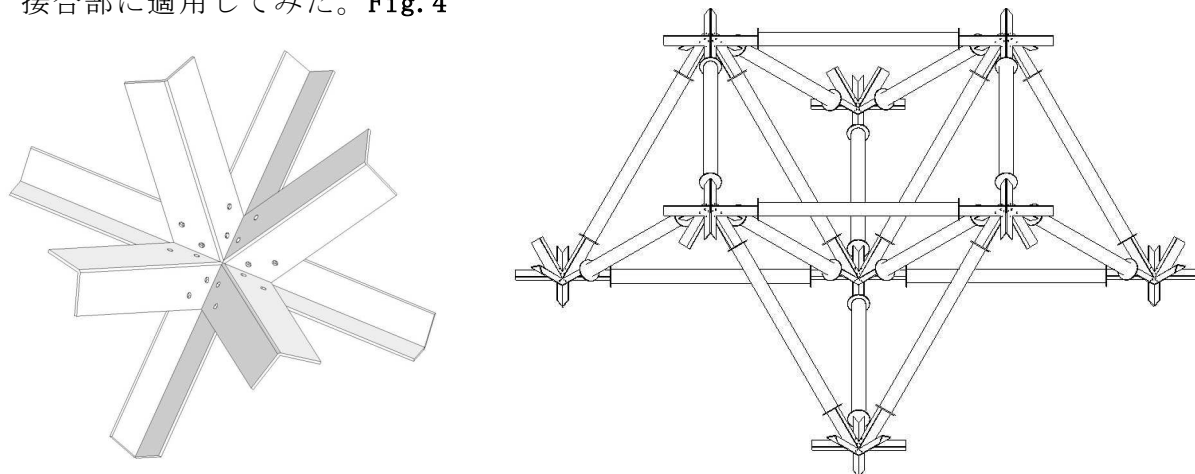


Fig. 4

特殊な部材の曲げ角度を要するが、材端の加工のみで立体トラスを構成でき、ボールジョイントでは困難な、きめ細かい応力の違いに対応した部材の選択が可能となる。

4. 耐震シェルター

高強度で安価なコンテナ用の鋼板をさらに折り曲げてこの方法で接合し木造戸建て住宅用の内部に設置する耐震シェルターを開発した。Fig. 5

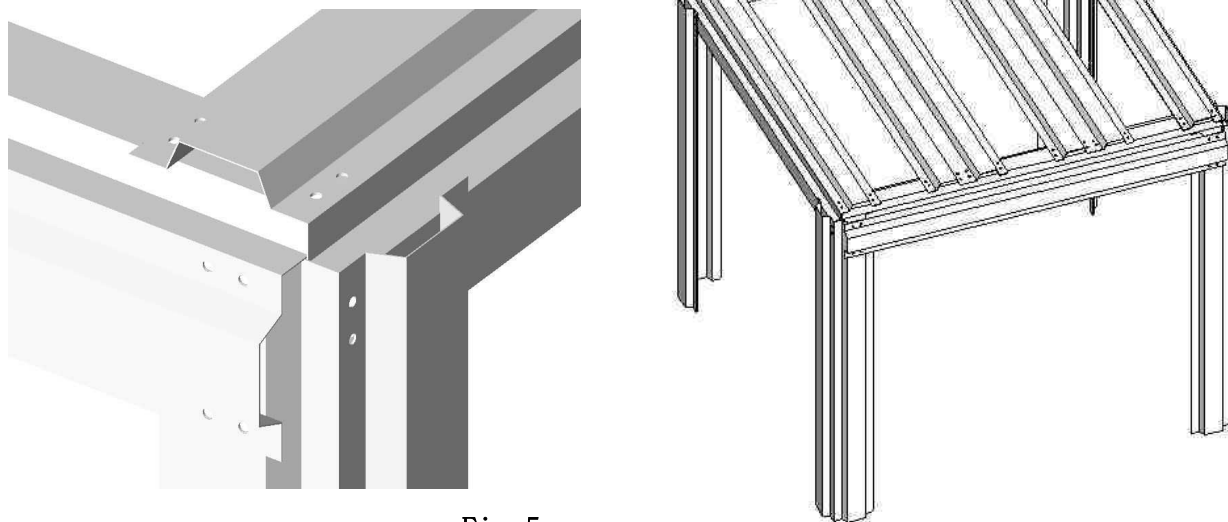


Fig. 5

名城大学で構造解析と公開実験を行い、来春（株）カラフルコンテナから発売予定となっている。

参考文献 長方形の可撓体の一部を重ね合わせて作る立体の研究 阿竹 克人

82 回形の科学会シンポジウム予稿

半球面上の棒振り子の物理解析

茂森 拓真¹ 松浦 昭洋²

東京電機大学, 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂

E-mail: ¹14rd078@ms.dendai.ac.jp, ²matsu@rd.dendai.ac.jp

Physical Analysis of Rod Pendulum on a Hemisphere

Takuma Shigemori Akihiro Matsuura

Tokyo Denki University, Ishizaka, Hatoyama-cho, Hiki, 350-0394 Japan.

Abstract: We make physical analysis of a rod sliding, or rod pendulum, on a hemisphere in the two-dimensional model. We first obtain values of angular accelerations via the Euler's momentum equations. Then we implement a physical simulator for visualizing this pendulum.

Keywords: rod, pendulum, hemisphere, sliding, physical analysis, momentum equation

1. はじめに

運動する物体や拘束条件により様々な振り子が知られ、物理解析が行われている。また、振り子の周期性、視覚性、操作性、遊戯性等を活かした応用例として、計時や地震計等への科学的・工学的応用、デザインやアートへの応用、玩具・スポーツ・パフォーマンス等への応用がある。我々は、幾何図形の運動性を利用したインタラクティブシステムや遊具の開発[1][2]を行っているが、本研究では、棒が半球内で滑る図1に示す振り子運動に着目し、その物理解析とシミュレーションを行う。これまでに、本運動の二次元の物理モデルに関し、オイラーの運動方程式に基づく棒の角加速度の導出と棒両端が半球に接地している場合のシミュレーションを行ったので報告する。



図1 半球内で棒が滑る振り子運動 (1)棒の両端が接地する場合 (2)棒の一端のみ接地する場合

2. 棒振り子の物理解析

本稿では半球面上の棒振り子を、地面に垂直な断面の半円上で均質で厚みのない棒が振れる二次元物理モデルとして考える。摩擦は0とする。運動中の棒の位置は図1(1)(2)の二通りが考えられる。それらに共通の物理設定としては、図2に示すように、半球の中心を原点 O 、半径を r 、棒と半球の二つの接点を左から A と B 、棒の重心を C 、棒の質量を m 、長さを $2l$ 、重力加速度を g 、鉛直線と線分 OC のなす角を θ 、 $\angle OAC = \varphi$ 、 A 、 B における棒の垂直抗力をそれぞれ N_A 、 N_B 、棒の慣性モーメントを I 、点 C における棒の角加速度を α とする。さらに(1)では、 A 、 B における棒の加速度を a 、原点 O 周りの力のモーメントを S とし、(2)では、 A 、 B における加速度を a 、 b 、点 C の軌跡の曲率中心 O' (可変) 周りの力のモーメントを S 、鉛直線と OA のなす角 θ' 、 $OC = k$ とする。

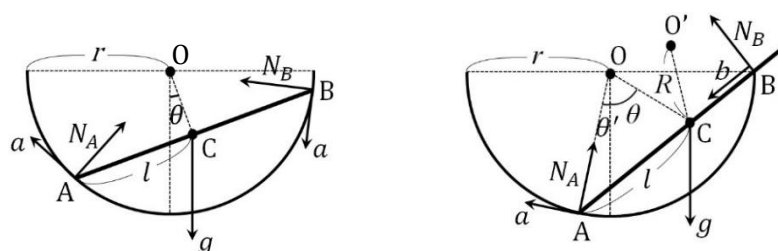


図2 棒振り子の物理パラメータ (1)棒の両端が接地する場合 (2)棒の一端のみ接地する場合

(1) 棒の両端が半球に接地している場合

まず、仮に点 C 周りに回転した場合の棒の慣性モーメント I_G を求める。棒の密度は $\rho = m/2l$ なので、微小素片 Δw の質量は $\Delta m = (m/2l) \Delta w$ 。よって、 $I_G = \int_{-l}^l \rho w^2 dw = \int_{-l}^l (m/2l) w^2 dw = m(l^2/3)$ 。実際の回転中心は原点 O 故、平行軸の定理から $I = m(l^2/3) + m(\sqrt{r^2 - l^2})^2 = m(3r^2 - 2l^2)/3$ 。次に、力のモーメント S を求める。棒の力のつり合い式は、

$$\text{水平方向: } ma \sin(\varphi + \theta) + ma \sin(\varphi - \theta) + N_B \cos(\varphi - \theta) = N_A \cos(\varphi + \theta)$$

$$\text{鉛直方向: } ma \cos(\varphi + \theta) + N_A \sin(\varphi + \theta) + N_B \sin(\varphi - \theta) = ma \cos(\varphi - \theta) + mg$$

一方、力のモーメントのつり合い式は、 $2lma \cos \varphi + lmg \cos \theta = 2lN_B \sin \varphi$ 。これら三式より a (および N_A, N_B) が導出でき、重力のモーメントも用いて原点 O 周りの力のモーメント S を求めると、 $S = mg\sqrt{r^2 - l^2} \sin \theta + 2mar$ 。よって、 $\alpha = S/I$ より、棒の角加速度 α が求まる。

(2) 棒の一端のみ半球に接地している場合

計算により、 $OC = k = \sqrt{-2lr\sqrt{1 - \cos^2(\pi/4 - \theta'/2)} + r^2 + l^2}$ 。 k を用いて、棒の重心 C の軌跡の曲率半径 $O'C = R = \{(k^2 + (dk/d\theta')^2)^{3/2}\} / \{k^2 + 2(dk/d\theta')^2 + k(d^2k/d(\theta')^2)\}$ 。本式より、棒の慣性モーメントは $I = m(l^2/3 + R^2)$ 。次に、力のモーメント S は、鉛直線と AC とのなす角を ψ とすると、 $S = -kmg \cos \psi - O'A ma \cos \angle O'AO + O'A N_A \sin \angle O'AO - O'Bmb \cos \angle BO'C - O'B N_B \cos \angle BO'C$ 。本式中 a, b, N_A, N_B が未知なので、まずそれらを求める。力のつり合い式は、

$$\text{水平方向: } ma \cos \theta + mb \cos \varphi + N_B \sin \varphi = N_A \sin \theta$$

$$\text{垂直方向: } ma \sin \theta + N_A \cos \theta + N_B \cos \varphi = mb \sin \varphi + mg$$

力のモーメントのつり合い式は、 $lmg \sin \psi = 2lN_B$ 。

さらに、 $\omega = d\theta'/dt$ 、 $\beta = d^2\theta'/dt^2$ とすると $\beta = d\omega/dt$ であり、 $a = \sqrt{r^2\omega^4 + r^2\beta^2} = r\sqrt{\omega^4 + \beta^2}$ 。また、 $b = d^2BC/dt^2 = -1/2 r\omega^2 \sin(\pi/4 - \theta'/2) + r\beta \cos(\pi/4 - \theta'/2)$ (計算略)。以上より、 a, b, N_A, N_B 、力のモーメント S が求まり、棒の角加速度は $\alpha = S/I = S/\{m(l^2/3 + R^2)\}$ 。

上記(1)で得られた角速度 α の値を利用し、半球上に外力を加えず棒を斜めに置いたときの物理シミュレーションを Java アプレットを用いて実装した。動作中のキャプチャ画像を二つ図3を示す。

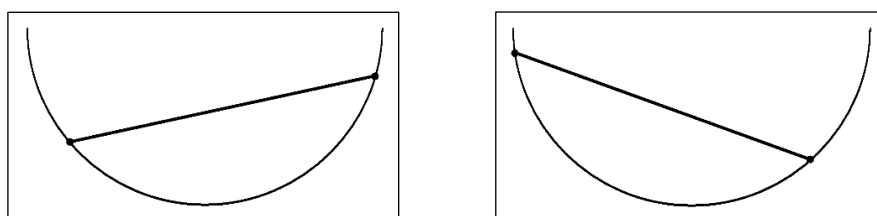


図3 棒の両端が半球に接地する場合の振り子のシミュレーション画像

3. まとめ

半球面上の棒振り子の二次元モデルの物理解析とその一部のシミュレーションを行い、振り子の運動を確認した。今後、(2)の場合のシミュレーション、および三次元モデルの物理解析とシミュレーションを行う。さらに、本振り子を実現する装置およびインタラクティブシステムの開発を検討していく。

なお、本研究は JSPS 科研費 16K00507 の助成を受けて行った。

参考文献

- [1] Y. Yamada, A. Matsuura, “3D Simulator of a Rolling Baton on Cylindrical Surfaces”, Proc. of NICOGRAPH International 2016, 6-19, pp. 152, 2016.
- [2] A. Matsuura, M. Ohno, and H. Tone, “Stick and Roll: A Physical Interactive System Using Curved Displays and Rolling Batons”, Proc. of ACM SIGGRAPH Asia 2016, Article No. 20, 2016.

第 15 回国際放散虫研究集会（新潟，2017）を振り返って

松岡 篤

新潟大学理学部/形の科学研究センター、新潟市西区五十嵐 2 の町 8050

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

Results of InterRad 15 in Niigata 2017

Atsushi MATSUOKA

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

Abstract: The 15th Meeting of the International Association of Radiolarists (InterRad 15) was held in Niigata, Japan in October, 2017. The Society of Science on Form was one of co-organizing associations of the meeting. InterRad 15 aimed to enhance activities in not only research field but also educational and outreach ones. Outreach activities included science communication programs and developments of radiolarian-related products including silver figures, T-shirts, calendar etc.

Keywords: InterRad, Niigata, education, outreach, radiolarian-related products

はじめに

2017 年 10 月 22-27 日に新潟で第 15 回国際放散虫研究集会 (InterRad 15) が開催された。この国際会議は、放散虫の研究のみならず教育・普及分野についても活動が活性化するよう計画された。どのような取組が行われたのか、概要を報告する。なお、本会議は、形の科学会の共催のもとに実施された。宮本潔会長をはじめ、参加された会員諸氏にお礼申し上げる。

企画展「放散虫の世界」の開催

新潟大学では、秋期に新潟大学 WeeK と称する期間を設け、各種のアウトリーチ活動を展開している。InterRad 15 の開催に合わせて、InterRad 15 の後半の会場であった「ときめいと」において、企画展「放散虫の世界」を開催した。パネル、拡大模型、放散虫を題材としたアート作品などを展示した。放散虫の折り紙や放散虫の絵柄を使った塗り絵コーナーを設けて、見学者が参加できるような仕組みも整えた。また、「ときめいと」、五十嵐キャンパスの「サイエンスミュージアム」、旭町キャンパスの「旭町学術資料展示館」のあいだでスタンプラリーを展開し、それぞれの施設で実施する新潟大学 WeeK 関連事業を相互に広報することに努めた。

サイエンスコミュニケーションプログラム

InterRad 会期中に3つのサイエンスコミュニケーションプログラムを実施した。10月22日に行ったふれあいトークとサイエンスカフェ、10月25日に実施した国際ふれあいトークがこれに相当する。

ふれあいトークでは、佐渡直送の生きたプランクトンの顕微鏡像を大型モニターに示しながら、プランクトンの生きた姿を参加者に観察してもらった。活発に動くカイアシ類や貝類の幼生を見ながら、海洋生態系についての解説を行った。少数ながら生きた放散虫も観察できた。

サイエンスカフェは、「ときめいと」と同じ建物の地下にあるジュンク堂書店新潟店で実施された。サイエンティストとアーティストが、放散虫の魅力について語るという趣向で進められ、松岡と銀細工作家である RC GEAR の横山隼氏が対談した。なお、このイベントは、2007 年から続いている「サイエンスカフェにいがた」の第 101 回という位置づけで実施され、事前登録した約 40 名が参加した。

国際ふれあいトークは、外国人研究者が放散虫について英語で語り、それを参加者に対して日本語に訳しながら紹介するという方法で実施された。スイス・ローザンヌ大学の Baumgartner 教授が放散虫から読み解く中生代の古海洋環境についての話題を提供し、松岡が通訳を担当した。

放散虫を題材にしたアイテムの開発

InterRad の日本開催に合わせて、放散虫を題材とした各種の作品・製品が作成された。それらは、銀細工、カレンダー、T シャツ、お猪口、マグカップ、カプセルトイ、トランプ、絵はがきなど多岐にわたっている(図1)。これらのいくつかはネット販売もされており、入手可能である。

おわりに

国際放散虫研究集会のような特定の分類群の研究集会の機会を利用して、大々的にその分類群の普及活動が展開されたことはこれまでなかったと思われる。今後、放散虫の社会認知度がどのように推移していくのかを注視したい。なお、InterRad 15 にかかわる各種情報は、以下のウェブサイトアップされている。

<http://interrad2017.random-walk.org/>

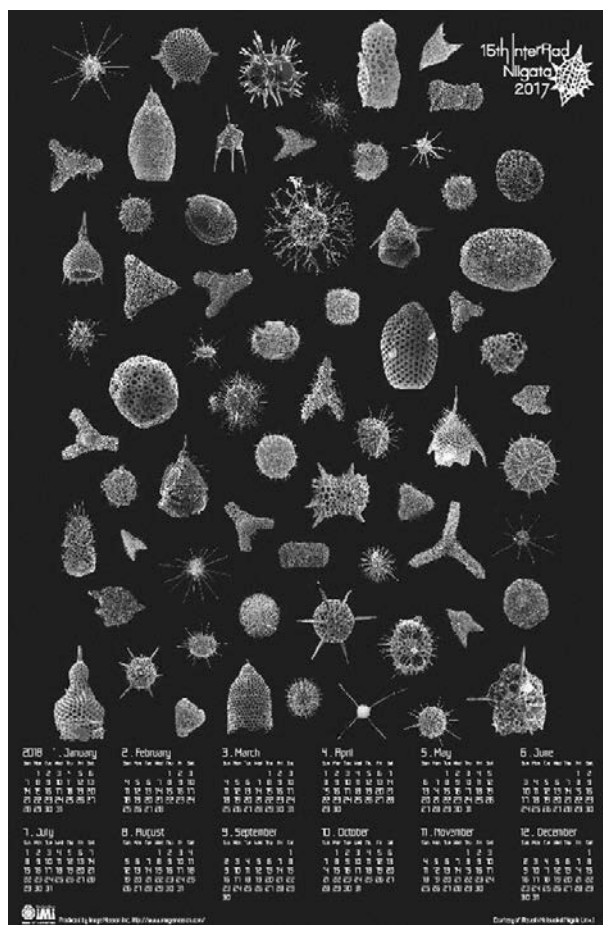


図1 沖縄近海産現生放散虫の電子顕微鏡写真を図柄として用いた2018年のカレンダー。イメージミッション木鏡社によって作成された。サイズは594 x 420 mm (A2)。新潟大学生協、ジュンク堂書店新潟店、国立科学博物館、大阪市立自然史博物館などで購入可能である。

立体映像視聴時における脳血流量の変化に関する非線形解析

谷村亨¹, 條野雄介¹, 平田隆幸¹, 高田宗樹^{1*}, 高田真澄²

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

² 中部学院大学看護リハビリテーション学部 〒501-3993 岐阜県関市桐ヶ丘 2-1

*takada@u-fukui.ac.jp

Nonlinear Analysis on Changes in Cerebral Blood Flow during Stereoscopic Video Viewing

Toru Tanimura¹, Yusuke Jyono¹, Takayuki Hirata¹, Hiroki Takada¹, Masumi Takada²

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

²Chubu Gakuin University, 2-1 Kirigaoka, Seki, Gifu 501-3993, Japan

Abstract: Now, the stereopsis is highly profiled. The aim of this study is to investigate the influence of 3D viewing on the brain activity. Using functional Near-Infrared Spectroscopy, the brain blood flow (BBF) was measured. Nonlinear analysis was conducted to find appropriate cut-off frequency in the low pass filter for the mathematical modeling of the BBF. We compared changes of the BBF during the peripheral vision with those during visual pursuit of the object on the stereoscopic video clip.

Keyword: Stereopsis, Stereoscopic video clip, functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS)

近年、臨場感の高い映像表示技術が急速に普及している。その中でも 3D テレビや 3D ゲームの普及により、立体映像は身近なものになった。しかし、映画やテレビゲームなどの映像視聴時において、眼疲労や吐き気、めまいなどの映像酔いといわれる症状を訴えることがある^[1]。特に、3D 映像視聴時における誘発例が報告されており、その原因の究明と対策が急務となっている。そこで、我々は 3D 映像視聴時における脳機能計測を行っている。

一方、生体信号の計測時において、記録された時系列データはノイズに汚染されるため、その除去が行われる。そこで適用されるローパスフィルタの適切なカットオフ周波数は、特に脳機能計測では明確には定められてない。本研究では脳機能計測(fNIRS)で記録される脳血流量の変化を対象として非線形解析を行い、適切なカットオフ周波数を推定することを目的として検討を行った。そこでは脳血流量の変化を記述する数理モデル化が可能な周波数帯域についても言及する。

健康な男女 10 名を対象とし、座位をとらせた。計測は暗室にて行った。閉眼検査(Pre)に続いて、55UF8500-JB(LG エレクトロニクス,ソウル)の 3D 映像を追従視で 70 秒間視聴、続けて周辺視で 70 秒間視聴させた。このプロトコルを 5 回続けて行い、前頭葉、左・右側頭葉、後頭葉のそれぞれ 12 箇所ずつの脳血流量の変化を FOIRE-3000(島津製作所,京都)にて 55Hz で計測、記録した(Fig. 1)。本研究では、これら時系列データのうち背側視覚路に注目し、38ch の時系列を安静時、追従視時、周辺視時に分け、それぞれにカットオフ周波数の異なるローパスフィルタ(0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1, 1.5, 2[Hz])を適用した。それぞれの結果に DoubleWayland- algorithm^[2]を用いて並進誤差を求めた。

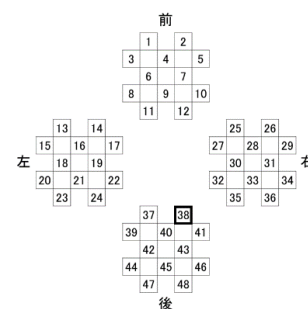


Fig. 1 NIRS 計測チャンネルの配置図

実験を通じて脳血流量の変動に定常性がみられたことから、各被験者の 1 セット目に着目して安静時、追従視時、周辺視時の並進誤差を比較検討した。またフーリエシャッフル・サロゲートデータ法を用いることで、その非線形性についても検討した。

参考文献

- [1] Takada, M. et al. (2015) Peripheral Viewing during Exposure to a 2D/3D Video Clip, EHPM, Vol.20(2): 79-89.
- [2] 杉浦明弘, 高田宗樹 (2010) Double-Wayland アルゴリズムを用いた乱数の評価方法の考案, 岐阜医療科学大学紀要, 4:109-115.

静止立位時における足の筋活動が姿勢制御に及ぼす影響

條野雄介¹、谷村亨¹、平田隆幸¹、高田宗樹^{1*}、高田真澄²

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

² 中部学院大学看護リハビリテーション学部 〒501-3993 岐阜県関市桐ヶ丘 2-1

*takada@u-fukui.ac.jp

Effect of leg muscle activity on postural control in static standing

Yusuke Jono¹, Toru Tanimura¹, Takayuki Hirata¹, Hiroki Takada¹, Masumi Takada²

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

² Chubu Gakuin University, 2-1 Kirigaoka, Seki, Gifu 501-3993, Japan

Abstract: The postural control system of healthy persons does not have been clarified, which seems to be different to that of patients with vertigo such as Meniere's and Parkinson's diseases. In this study, the body sway in the Romberg posture was simultaneously recorded with electromyogram (EMG) in the young, the elderly, and the middle-aged persons. Stabilograms were compared with their EMGs among the age groups. We consider whether the experimental results are consistent with posture control hypothesis in human static standing, for instance, the stiffness control hypothesis. As a result, there was no relevance to the activity of the anterior tibialis muscle and the body sway. Therefore, it is expected that muscle activity is predictively performed. Also, we calculated the correlation function between the anterior tibial myopotential muscle potential and the anterior/posterior body sway in this study. Delay time was estimated in the postural control system.

Keywords: Stiffness control hypothesis, Intermittent control hypothesis, Muscle activity, Body sway, Postural control

炊事、洗濯など、ヒトの日常生活は立位姿勢で行われることが多い。姿勢保持能力と運動機能との関連性が指摘されており^[1]、ロコモティブシンドロームの早期診断を行うための簡便法として立位姿勢の計測が期待されている。しかし、ヒト静止立位制御のメカニズムはいまだ解明されていないため、ヒトの静止立位姿勢制御のメカニズムの解明は不可欠である。その解明のため多くの仮説が考えられている^{[2][3]}。

被験者は 15-89 歳の健康な男女 54 名を対象とし、29 歳以下を若年層、30-64 歳を中年層、65 歳以上を高年層と分類し、年齢・性別でそれぞれ 9 名ずつに分けた。ロンベルグ姿勢にて開眼 60 秒間、続いて閉眼 60 秒間における重心動揺と筋電図(左右の腓腹筋、ヒラメ筋、前脛骨筋)の同時計測を行った。被験者には事前に実験の説明を十分に行い同意を得た。なお、本研究は名古屋大学大学院情報科学研究科研究倫理委員の承認を受けている。

その結果、閉眼時の方が開眼時よりも動揺量が有意に大きいこと、高年層の方が若年層よりも動揺量、筋電位(ARV)の値ともに有意に大きいことが分かった。また本研究では、①腓腹筋、ヒラメ筋は前後方向の重心位置と負の相関を持ち、スティフネス制御仮説で説明できる機能が腓腹筋、ヒラメ筋にある、②前脛骨筋は重心位置とは関連を持たず、間欠的制御仮説で説明できる機能が前脛骨筋にある可能性が示唆された。さらに、前脛骨筋と重心位置に関連性がないことから、予測的に筋活動が行われていると考えられる。そこで、前脛骨筋筋電位と前後方向の重心動揺の相互相関関数を算出し、姿勢制御系の遅れ時間を推定した。

参考文献

[1] 猪飼哲夫 (2006) 歩行能力とバランス機能の関係, リハビリテーション医学, 43: 828-833

[2] 長谷公隆 (2006) 立位姿勢の制御, リハビリテーション医学, 43: 542-553.

[3] Winter DA, Patla AE, Prince F et al (1998) Stiffness control of balance in quiet standing. J Neurophysiol **80**: 1211-1221.

カズオ・イシグロの父 石黒鎮雄
ーあびき・北海大洪水の研究の先にカオスは見えていたかー
宮崎修次 長尾崇弘

京都大学情報学研究科 〒606-8501 京都市左京区吉田本町

syuji@acs.i.kyoto-u.ac.jp

A Pale View of Shizuo Ishiguro's Research

- Seiche, the 1953 North Sea Flood, and beyond -

Syuji Miyazaki and Takahiro Nagao

Graduate School of Informatics, Kyoto University

Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501

Abstract:

Shizuo Ishiguro, the father of a Nobel Prize-winning British novelist Kazuo Ishiguro, studied various sea-level changes such as seiche, also known as *abiki* in the Nagasaki dialect, and the 1953 North Sea Flood by his pioneering use of an analog computer in the 50s and 60s. Note that pioneering studies by Lorenz and Ueda by use of digital and analog computers were performed in the 60s. Based on a retrospective review, it is discussed whether nonlinear phenomena such as chaos can be observed in line with his pioneering studies.

Keywords:

Seiche, Secondary Undulation, 1953 North Sea Flood, Shizuo Ishiguro, Kazuo Ishiguro, Nagasaki Marine Observatory

2017年のノーベル文学賞受賞者カズオ・イシグロの父の石黒鎮雄は1958年のエレクトロニクスを用いた波の変動の解析に関する論文で東京大学より理学博士号を授与された海洋学者であり、気象研究所勤務を経て、1948年、長崎海洋气象台（現 長崎地方气象台）に転勤となり、1960年まで今回のシンポジウム開催地である長崎に住んでいた。同气象台では、長崎ではあびきと呼ばれる異常な海面変動（副振動）を電子回路（アナログ計算機）でシミュレートする手法を用いて、既に1950年代から研究していた。これが評価されて、イギリスに招かれ、1953年の北海大洪水についても同様のアナログ計算機による解析を行い、北海での油田調査にも携わった。1960年台といえば、ローレンツや上田によるデジタル計算機やアナログ計算機を用いたカオスの先駆的な研究の時期に重なる。上田による「割れた卵」もアナログ計算機による研究である。石黒鎮雄の業績を振り返りながら、彼の研究の延長線上にカオスなどの非線形現象がなかったのか考察する。また、石黒鎮雄が長崎海洋气象台刊行の「海象と気象」に寄稿した論文を紐解くと、原爆投下から三年しか経過していない昭和二十三年の第二巻第五号には、「風塵自記の一方法」、「電氣的自記波圧計（第一報）」という二編が手書き旧字体のガリ版で記されている。アナログ計算機に限らず、様々な観測機器や研究機器を自作し、研究や気象観測に活かしていた。このような機器製作を再現することは、高校生の科学研究の題材として活用できるのではないかという観点からも議論したい。

参考文献・WEB上の資料

ローレンツ・上田のカオスに関する先駆的な研究

E. N. Lorenz, Deterministic Nonperiodic Flow, J. Atmos. Sci. 20, 130 (1963)

ローレンツ カオスのエッセンス 共立出版

香田ほか訳 カオス・インパクト 森北出版

上田・西村・稲垣著 複雑系を超えて 筑摩書房

海象と気象

1947年から2000年まで長崎海洋気象台（現 長崎地方気象台）が刊行した機関誌である。国立国会図書館デジタルコレクションに収録されており、国立国会図書館または図書館送信参加館で閲覧できる。

図書館向けデジタル化資料送信サービス

<http://www.ndl.go.jp/jp/service/digital/index.html>

図書館向けデジタル化資料送信サービス参加館一覧

http://dl.ndl.go.jp/ja/soshin_librarylist.html

遠隔複写サービス

<http://www.ndl.go.jp/jp/service/copy3.html>

1953年北海大洪水と石黒鎮雄の関わり

Modelling the oceans

<https://beta.sciencemuseum.org.uk/stories/2016/11/4/modelling-the-oceans>

Understanding storm surges in the North Sea: Ishiguro's electronic modelling machine

<http://journal.sciencemuseum.ac.uk/browse/issue-06/understanding-storm-surges/>

石黒鎮雄が1968年にアナログ計算機によるシミュレーション方法を説明した動画

http://viewer.soton.ac.uk/nol/image/102/1/LOG_0000/

長崎海洋気象台（現 長崎地方気象台）

同気象台ホームページ

<http://www.jma-net.go.jp/nagasaki-c/>

同気象台による「あびき」の解説

<http://www.jma-net.go.jp/nagasaki-c/kaiyo/knowledge/abiki/index.html>

回顧録

光易 恒, 石黒 鎮雄 博士の思い出, 日本海洋学会ニュースレター Vol.7, No.1, pp.5-6 (2017)

http://kaiyo-gakkai.jp/jos/newsletter/2017/2017_v7_n1.pdf

石黒鎮雄の著書

日本語からはじめる科学・技術英文の書き方, 丸善, 1994

https://honto.jp/netstore/pd-book_01088492.html

研究を“カタチ”に 形の科学会機関誌での論文発表

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

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

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

奮ってご投稿ください。

英文誌【FORMA】

会員・非会員を問わず、投稿できます。

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

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

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

和文誌【形の科学会誌】

会員・非会員を問わず、投稿できます。

原著論文(original paper)、解説論文(review paper)、速報(rapid communications)、討論(commentary)、講座(単発および連載)、エッセイ、交流、ニュースなどを掲載します。

投稿規定の詳細は、下記サイトをご覧ください。

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

形の科学シンポジウムを開催しませんか？ シンポ代表世話人を募集します

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

シンポジウムの代表世話人は、形の科学会会員の中から選ばれます。

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

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

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

【お問い合わせ先】

形の科学会事務局・シンポジウム開催支援担当

石原正三（埼玉県立大学）

shozo@spu.ac.jp

手嶋吉法（千葉工業大学）

yoshinori.teshima@it-chiba.ac.jp

形の科学会 入会方法

入会資格は、形の科学的研究に興味を持っていることです。

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

《インターネットによる入会手続き》

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

《E-mail による入会手続き》

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

《郵送による入会手続き》

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

————— 切り取り線 —————

会員登録カード (記入日： 年 月 日)

氏名： 氏名フリガナ：

生年月日： 年 月 日

連絡先選択：勤務先・自宅・出張先（一つだけ残す）

勤務先名称：

勤務先郵便番号：〒

勤務先住所：

勤務先電話： 勤務先 FAX：

勤務先 Email：

自宅郵便番号：〒

自宅住所：

自宅電話： 自宅 FAX：

自宅 Email：

主要活動分野（20 字以内）：

形関連の興味（箇条書きで各 20 字以内）：

備考（出張宛先, etc.）：

————— 切り取り線 —————

【形の科学会事務局】

〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

東京学芸大学 自然科学系基礎自然科学講座理科教育分野

松浦 執 宛

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

形の科学シンポジウム講演予稿集 Vol. 2 No. 2 (2017年12月)

発行： 形の科学会

会長： 宮本 潔

獨協医科大学医学総合研究所

事務局長： 松浦 執

東京学芸大学自然科学系基礎自然科学講座理科教育分野

講演予稿集編集事務局： 手嶋 吉法

〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

千葉工業大学工学部機械電子創成工学科

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

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