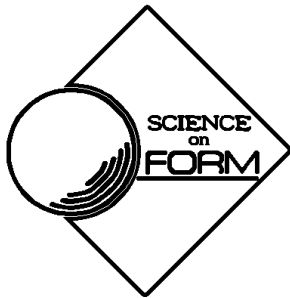


形の科学シンポジウム講演予稿集 Vol. 8 No. 2 (2023 年 10 月)

Proceedings of Symposium of the Society for Science on Form, Japan



第 95 回 形の科学シンポジウム 「プラネタリウムと形の科学」



(C) 富山市科学博物館／岸本直子 (関西学院大学)

会期: 2023 年 10 月 14 日(土), 15 日(日), 16 日(月)

会場: 富山市科学博物館

形の科学会

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

第 95 回 形の科学シンポジウム「プラネタリウムと形の科学」

【主催】形の科学会、富山市教育委員会（富山市科学博物館）

【会期】2023 年 10 月 14 日(土)、15 日(日)、16 日(月)

【会場】富山市科学博物館

【代表世話人】吉岡 翼（富山市科学博物館） 〒939-8084 富山県富山市西中野町 1 丁目 8-31

E-mail: yoshioka@tsm.toyama.toyama.jp

【共同世話人】松岡 篤（新潟大学） 〒950-2181 新潟市西区五十嵐 2 の町 8050

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

【参加費】一般 5000 円、学生 2000 円

【懇親会】10 月 14 日（土）18 時～20 時、会場：ULUWATU AMIGO（富山市中央通 1-4-13）3 階

【懇親会費】一般 4000 円、学生 2000 円

【WEB サイト】<https://katachi-jp.com/sympo95>

プログラム

10 月 14 日（土） 第 1 日目

会場：1 階 多目的学習室

9:30 受付開始

10:20 開会の辞

セッション 1 形の科学一般

10:25-10:50

富山県上市町稲村地内の下部中新統折戸凝灰岩部層に見られる水中地すべり堆積物の変形構造

金子一夫（立山黒部ジオパーク協会）、荒戸裕之（秋田大学）、國香正稔（黒部市吉田科学館）、保柳康一（信州大学）、山本由弦（神戸大学）、山田泰広（九州大学）、白石和也（海洋研究開発機構）、千代延俊（秋田大学）、吉本剛瑠（神戸大学）、関山優希（神戸大学）…………… 1

10:50-11:15

エリウド・ニコライの不思議な世界地図(1619)

杉本剛（神奈川大学）…………… 3

11:15-11:40

大径化した原木の建築構造材への利活用に関する研究（その 3）床の実大実験

小野聡子（近畿大学）、杉村泰司（杉村構造設計）、加藤憲司（HKS 環境建築事務所）、荒木光子（ローカルズ 55）…………… 5

昼休み 11:40-13:10

（11:50-12:50 運営委員会、1 階 科学教室）

セッション 2 形の科学一般（2 件）および 形と知（1 件）

13:10-13:35

性別の違いによる問題解決時の脳波パターンの探求

大峯淳郎（福井大学）、平田隆幸（同）、高田宗樹（同）…………… 7

13:35-14:00

CycleGAN を用いた胃電図のノイズ除去

福岡朋樹（福井大学）、平田隆幸（同）、高田宗樹（同）…………… 9

14:00-14:25

自由記述への ChatGPT によるフィードバック
生成

山田美海（東京学芸大学）、宮本光一朗（慶應
義塾高等学）、井戸季詠子（東京学芸大学）、松浦
執（同）…………… 11

休憩（15 分間）

セッション 3（公開） メインテーマ「プラネタ
リウムと形の科学」

14:40-15:05

プラネタリウムと形の科学：形を伝える場として
の活用

吉岡翼（富山市科学博物館）…………… 13

15:05-16:05【招待講演】

プラネタリウムからドームシアターへ
～その実践と今後の展望～

尾久土正己（和歌山大学）…………… 15

18:00-20:00

懇親会（会場：ULUWATU AMIGO）

10 月 15 日（日） 第 2 日目

会場：1 階 多目的学習室

（16 時以降 3 階 プラネタリウム）

セッション 4 形の科学一般

9:30-9:55

磁場中の電気双極子と振り子

小川直久（北海道科学大学）…………… 17

9:55-10:20

マメルリハインコ、ウロコインコ、白文鳥の羽毛
の反射スペクトル

植田毅（東京慈恵会医科大学）、森本元（山階
鳥類研究所）、植田翠（徳島大学）、平塚理恵（東
京慈恵会医科大学）…………… 19

10:20-10:45

砂漠での Parastichy pairs

根岸利一郎（科学リテラシー研究所）… 21

休憩（15 分間）

セッション 5 形の科学一般（2 件）および
展示説明（3 件）

11:00-11:25

超立方体の展開図と透視図の間の遷移手法と実
体化

松浦昭洋（東京電機大学）、大塚崇史…… 23

11:25-11:50

色合わせ回転式 3D ジグソーパズルの改良

永井真統（千葉工業大学）、池上祐司（理化学
研究所）、山澤建二（同）、手嶋吉法（千葉工業大
学）…………… 25

展示説明（各 5 分間、質疑無し）

11:50-11:55

3D パズルを用いた石灰藻 *Corallina berteroi*
形態の理解

北沢美帆（大阪大学）、Safiye E. Sarper（理化
学研究所）、堀部和也（大阪大学）…………… 27

11:55-12:00

よりリアルな有孔虫あみぐるみを目指して

吉岡翼（富山市科学博物館）、老月由美子（同）
…………… 28

12:00-12:05

キルヒ彗星の尾

杉本剛（神奈川大学）…………… 29

昼休み 12:05-13:25

セッション6 ジュニア発表（3件）および
形の科学一般（3件）

13:25-13:40（15分間）

自分の力で放散虫化石を見つけたい！～地層探
しと自宅での標本作製～

板垣礼子（新潟大学附属長岡小学校）… 30

13:40-13:55（15分間）

生きている放散虫を捕まえる -2年目の挑戦-

板垣成俊（新潟大学附属長岡中学校）… 31

13:55-14:10（15分間）

新潟県糸魚川市能生の弁天岩周辺の表層海水か
ら得た放散虫

諏佐和香（新潟大学附属長岡中学校）… 32

14:10-14:35

平面・球面・空間におけるボロノイ調節法再考
(III)

種村正美（統計数理研究所）…………… 33

14:35-15:00

生成 AI を用いた画像生成の可能性

吉田達成（福井大学）、高田宗樹（同）、平田隆
幸（同）…………… 35

15:00-15:25

4次元の時計

宮崎興二（京都大学）、石井源久（バンダイナ
ムコ）…………… 37

15:25-16:00 自由見学

会場：3階 プラネタリウム（15:50 開場）

16:00-17:30 プラネタリウムイベント見学

「ヘッケルとプラネタリウムの100年」

（途中の入退出はできません）

10月16日（月） 第3日目

会場：（午前）3階 プラネタリウム

（午後）1階 多目的学習室

セッション7 メインテーマ「プラネタリウムと
形の科学」

9:20-9:45

宇宙プランクトングループによる研究と普及活
動の歩み

松岡篤（新潟大学）、木元克典（海洋研究開発
機構）、岸本直子（関西学院大学）、吉野隆（東洋
大学）、吉岡翼（富山市科学博物館）…………… 39

9:45-10:10

浮遊性有孔虫にあらたに付与される「和名」と「か
たち」

木元克典（海洋研究開発機構）、高木悠花（千
葉大学）、浮遊性有孔虫和名 WG…………… 41

10:10-10:35

放散虫骨格の力学解析

岸本直子（関西学院大学）…………… 43

10:35-11:00

球形の楽器 SphereHarmonic のデザインとその
ドームマスター形式での表現

吉野隆（東洋大学）、マリア・マノーネ（ヴェ
ネツィア・カフォスカリ大学）…………… 45

休憩（15 分間）

セッション 8（公開） メインテーマ「プラネタ
リウムと形の科学」

11:15－12:15 【招待講演】

**プロジェクションマッピング ―軒下・プラネタ
リウム・菅笠―**

辻合秀一（富山大学）…………… 47

昼休み 12:15－13:30

セッション 9 形の科学一般

13:30－13:45（15 分間）

高知県の龍河洞周辺の秩父南帯三宝山ユニット
から産する放散虫化石群集

小山菜那（富山大学）、柏木健司（同）
…………… 49

13:45－14:00（15 分間）

上部ジュラ系バウ石灰岩（ボルネオ島）から産し
た放散虫と海綿骨針化石

福元結（富山大学）、柏木健司（同）、柿崎喜宏
（室戸ジオパーク推進協議会）…………… 50

14:00－14:25

優位眼機構に関連する脳活動の可視化

杉浦明弘（岐阜医療科学大学）、早川彩季（同）、
榎田雄大（同）、丹羽政美（同）、鈴木正広（同）、
田中邦彦（同）、高田宗樹（福井大学）…… 51

14:25－14:50

横断的交差の証明と個人的な関わり

山口喜博（形の科学会会長）…………… 53

14:50 閉会の辞

【事務局より】

論文投稿案内（Call for Papers）…………… 55

シンポジウム世話人の募集…………… 56

入会案内…………… 57

富山県上市町稲村地内の下部中新統折戸凝灰岩部層に見られる

水中地すべり堆積物の変形構造

金子一夫¹, 荒戸裕之², 國香正稔³, 保柳康一⁴, 山本由弦⁵, 山田泰広⁶, 白石和也⁷,
千代延 俊², 吉本剛瑠⁵, 関山優希⁵

1. 立山黒部ジオパーク協会, 2. 秋田大学, 3. 黒部市吉田科学館, 4. 信州大学, 5. 神戸大学, 6. 九州大学,
7. 海洋研究開発機構

連絡先: 立山黒部ジオパーク協会 〒930-0856 富山市牛島新町 5 番 5 号タワー11 ビル 1 階
kanekokz@pa.ctt.ne.jp

Deformed structure of subaqueous landslide deposits in the Lower Miocene Orido Tuff

Member at Inamura area, Kamiichi Town, Toyama Prefecture

Kazuo Kaneko¹, Hiroyuki Arato², Shonen Kunika³, Koichi Hoyanagi⁴, Yuzuru Yamamoto⁵, Yasuhiro Yamada⁶, Kazuya Shiraishi⁷, Shun Chiyonobu², Takeru Yoshimoto⁵, Yuki Sekimoto⁵

1. Tateyama-Kurobe Geopark, 2. Akita Univ., 3. Kurobe Yoshida Science Museum, 4. Shinshu Univ., 5. Kobe, Univ., 6. Kyushu Univ., 7. JAMSTEC

Abstract: The deformed structure found in the Orido Tuff Member at Toyama Prefecture revealed that it was created by subaqueous landslide caused by rapid deposition of the tuff layer above the alternating layer of sandstone and mudstone.

Keywords: deformed structure, subaqueous landslide, geopark

はじめに

水中で地すべりが発生すると、すべった地層が破壊されることによって地層の短縮が解消される。それとは異なり、褶曲のような変形や低角な断層で上流側が乗り上げる（衝上）で解消される場合もある。今回、中新世の日本海拡大時に形成された水中地すべり堆積物の変形構造や衝上を記録した記録した巨大な露頭が現れた。水中地すべりの発生メカニズムを直接かつ立体的に研究できる露頭として調査を継続し、同時にダイナミックな地質現象を伝えるジオサイトとして活用している。

経緯

本露頭は元々産廃場であったが、10 年ほど前から使用していなかった。今般、地権者の了解を得て、大型重機を導入して崖錐堆積物と雑木を除去したところ、水中地すべりの構造を多方向の断面で観察できる大露頭（南北約 80 m, 東西約 70 m, 高さ約 30 m の範囲に内向き斜面の崖が「凡」字形に配列している）が現れた。

地質概要

＜層序＞本露頭に分布する地層は、下部中新統福平層の最下部に位置する折戸凝灰岩部層の凝灰岩、凝灰角礫岩および凝灰質砂岩泥岩互層である [1]。

＜化石＞互層中の泥岩には大量の生痕化石、まれに大型植物の葉片化石が含まれるが、年代決定に資する微化石は検出されていない。

＜岩相＞分布する地層は、岩相の特徴から下位より A～G のユニット（A:塊状無層理な凝灰岩および凝灰角礫岩, B, C, D:凝灰質砂岩泥岩互層, E, F:リップアップクラストを含む凝灰岩, G:A

と同質)に区分した。A, G は折戸凝灰岩部層の基底部付近から連続する岩相で、一時的に B から F の岩相を挟んで堆積したものである。

水中地すべり構造

B, C の互層は凝灰質砂岩部で級化構造をもって凝灰質泥岩に漸移しており、タービダイトの整然層である。D の互層もタービダイト層であるが、C との境界付近をすべり面として滑動し、層内に認められる逆断層を先端として滑動の上流側が短縮したことによって変形構造が形成されたと解釈できる。

E は級化構造もつ凝灰岩で、D を削り込んで堆積し、大量の D 由来の泥岩のリップアップクラストや D の上部を剥ぎ取ったブロックを含んだ、水中土石流堆積物である。

以上の堆積状態から、D の堆積物が未固結なうちに E が急激に堆積し、それが起因して D, E が滑動したと推定する。

ユニット D の凝灰質砂岩鍵層の区別と内部変形構造

ユニット D の層厚は内部変形が認められない部分で約 5 m、有する部分で 10 - 15 m 程度である。D を構成する互層は、岩相の特徴から 8 層（下位からレイヤー①～⑧とする）の凝灰質砂岩の鍵層とそれに重なる凝灰質泥岩の繰り返しで構成される。凝灰質砂岩、凝灰質泥岩の層厚はそれぞれ 30 - 70 cm、10-30 cm 程度で、凝灰質砂岩基底部の極粗粒から上方細粒化し、凝灰質泥岩に漸移する [2]。

これら鍵層を追跡すると、西側露頭では、横臥褶曲様の構造が見られるが、最も大きい変形構造はレイヤー⑦、⑧が剥ぎ取られ、丸め込まれた構造をもっている（図 1）。一方、東側露頭では、C との境界付近のすべり面が派生して低角断層となり、地層の重複が認められる（図 2）。

まとめ

今回、本露頭における水中地すべり堆積物の変形構造をつくり出した原因の地質現象については、結論を導き出すことができた。しかし、変形構造の立体像や、それをもたらした滑動様式の決定には至っていない。その解決には、鍵層のより正確なマッピングが不可欠である。

謝辞：同地での調査を快諾くださった英修興産有限会社に心より感謝する。なお、研究には日本学術振興会科学研究費（19H02397、代表：荒戸裕之）の一部を使用した。

文献：[1] 金子一夫，2001，富山県東部に分布する中新世火山岩-火山砕屑岩の層序と造構造史．地質学雑誌，107，729-748．[2] 荒戸裕之・山本由弦・山田泰広・白石和也・千代延俊・保柳康一・金子一夫・吉本剛瑠・関山 優希，2023，富山県上市町稲村地内の下部中新統折戸凝灰岩部層に見られる水中地すべり堆積物の変形構造，日本堆積学会 2023 年新潟大会講演要旨。



図 1. 西側露頭. 変形構造.



図 2. 東側露頭. 衝上による地層の重複.

エリウド・ニコライの不思議な世界地図(1619)

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

Eliud Nicolai's Enigmatic Map of the World (1619)

Takeshi Sugimoto

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

Abstract: German geographer Eliud Nicolai wrote a travel book 'Newe und Warhafft Relation ...' in 1619. The book bears a sheet of the world map consisting of two planispheres. This printed map contains Iezo (Hokkaido) as an island north of Honshu for the first time in the European history. In the main text as well as this map there are Ainu words: 'Ainomoxori (Human Land)' and 'Rebuncur (Alien)'. Nicolai told these were informed of by a trustworthy person lived in the far east for years. P.F.B. von Siebold referred to Nicolai's book in 'Nippon (1832-1852).'

Keywords: Era of Exploration, Cartography, Iezo, Ainomoxori, Rebuncur

1. いとぐち

Eliud Nicolai (fl.1619-1621)は、謎の人物だ。二作の著書のみで知られる。いずれにも、地図が添えられているから、地理家と位置付けるのが妥当だろう。その一作目 'Newe und Warhafft Relation ... (新編真説東西インド地誌)' (München, 1619)は、大航海時代における新天地の発見史である。これには、新世界と旧世界とを中心とした二葉の半球図からなる世界地図が綴じ込まれている (Fig. 1)。この世界地図の不思議を説く。

2. 地図の分析

2.1 添付地図の特徴

地図には新天地の名前がちりばめられている。その数 38。これら新天地については、3 ページ半にわたって、ひとつにつき数行の解説がなされている。この地図の特徴として

- (1) アジアの東北端と北米の西北端とが陸続きとして描かれていること
- (2) 蝦夷(島)を含めた日本(本州・四国・九州)が描かれていること
- (3) 1616 に発見されたばかりのホーン岬が描かれていること

などが挙げられる。とくに(2)については、図中に(頭の a、b などは本文解説でのフラッグ)

a. Iezo

In. Ainomotoxi (In.=Insula 島; アイヌ語 Ainomoxori の flip)

b. Rebencur (アイヌ語 Rebuncur の flip)

とあって、イエズス会のラテン文手稿 'De Iezorum insula' (Jap-Sin 34, f55) の記載に倣う。この文書は、帰国した天正遣欧使節に同行して来日したアマチュア地図師イナッショ・モレイラが作成した日本地図付属のポルトガル語「日本作図記 (Declaração)」から抜粋した蝦夷の部分のラテン語訳と思われる。モレイラの日本地図の銅版画がローマで作成されたのが、1617 年のことだから、モレイラ情報の欧州到来は 1610 年代のことだ。ニコライは、前書きに、蝦夷などにつき、日本と中国に長年滞在した信頼できる人から聞いたと述べる。



Figure 1. Eliud Nicolai's World Map of Two-Lobed Planispheres

The map is adjointed to Nicolai's travel book in the Era of Exploration (1619).

2.2 元図群の存在

オランダ東インド会社の地図師長 Hessel Gerritsz (c1581-d.1632)が著した 'Beschryvinghe Vonder SamoyadenLandt in Tartarien ...'(Amsterdam, 1612)付属の世界地図が、Nicolai (1619)の元図であることは知られている。ただし、Gerritsz (1612)にはさらに元図があり、Willem Janszoon Blaeu (1571-1638)制作になる壁地図 Europe (1608)中の三層カートーシュの中層がそれだ。飾りとしての世界地図では、アニーゼ図法はすたれ、二葉の半球世界地図表現が好まれるようになった。なお、オランダの地図師たちには、オーストラリアが見え始めている。オランダの船乗りはマダガスカルからインド洋に到達する航路を選んだ。そして、ときどきオーストラリアにまで吹き流されたのである。

3. シーボルトつながり

1832年からライデンで 'Nippon' の執筆・出版を開始した Philipp Franz Balthasar von Siebold (1796-1866)は、オランダ東インド会社の書庫の本を読み漁った。そして、実はドイツ人のシーボルトは Nicolai (1619)に到達している。もちろん、'Nippon'のなかで Nicolai (1619)を引用しているし、アイヌ語の誤りについて正している。

明治になってから、シーボルトの息子たちが日本で活躍するようになると、Nicolai (1619)のことが日本の学者の間で知られるようになる。それは、'Nippon'経由のことだった。

4. むすび

ニコライの経歴については、まったく知られていない。だれかの偽名だという説まである。

モレイラの日本地図を、1617年に銅版画にしたのはドイツ人である。モレイラの抜粋ラテン語訳「蝦夷人の島」に書かれた内容をニコライというドイツ人が知ったのは、1619年以前である。1610年代にモレイラ情報をドイツ語圏に伝えた人物とはだれだろうか。

大径化した原木の建築構造材への利活用に関する研究

(その 3) 床の実大実験

小野聡子^{*1}, 杉村泰司^{*2}, 加藤憲司^{*3}, 荒木光子^{*4}

^{*1} 近畿大学産業理工学部建築・デザイン学科 〒820-8555 飯塚市柏の森 11 番 6 号

^{*2} 株式会社杉村構造設計 〒810 - 0004 福岡市中央区渡辺通 5-23-2 号東急ドエルアルス天神 504

^{*3} 株式会社 HKS 環境建築事務所 〒824 - 0722 福岡県田川郡添田町大字落合 1937 番地の 1

^{*4} ローカルズ 55 有限責任事業組合 〒824-0602 福岡県田川郡添田町大字添田 1025-1

Study on Utilization of Large-Diameter Logs for Structural Timber Part 3. Results of the Full-Scale Experiment on the Floors

ONO Satoko^{*1}, SUGIMURA Yasushi, KATO Kenji and ARAKI Mitsuko

^{*1} KINDAI University, 11-6 Kayanomori, Iizuka City, Fukuoka, Japan 820-8555
satoko@fuk.kindai.ac.jp

Abstract : This research aims to design and construct non-residential buildings using large-diameter timbers as structural members in order to promote the use and expansion of large-diameter timbers. This paper describes the results of a full-scale experiment on a floor with the idea of utilizing large-diameter lumber for the floor.

Keywords : large-diameter logs, thick wood plank, full-scale experiment, flooring with large-diameter wood

1. 序

前報(その 1)および(その 2)につづき, 本報では大径化した原木の利活用に関する研究について報告する. 本論文では, 大径木を使用した床面に対して実施した実大実験の結果について報告する.

2. 試験体

本論文で使用した試験体の形状およびその寸法を図 1 に示す. 試験体のパラメータは, 床の板厚: 2 種類 (30 mm および 45 mm) である. 試験体の大梁, 小梁および桁には, スギ材の大径木: 105 × 150 (mm) を使用している. 床板の木取りは両板厚とも大径木の芯割挽きであり, サイズは 300 × 1820 (mm) である. 試験体の製作手順は, 以下のとおりである. ①大梁と桁を取り付ける, ②小梁を取付ける, ③ホールダウン金物(以下, HD 金物)により接続する, ④片面に床材を四周釘打ちにより取付ける, ⑤サポート治具用梁を設置する. なお, 試験体は各板厚で 3 体ずつ製作した.

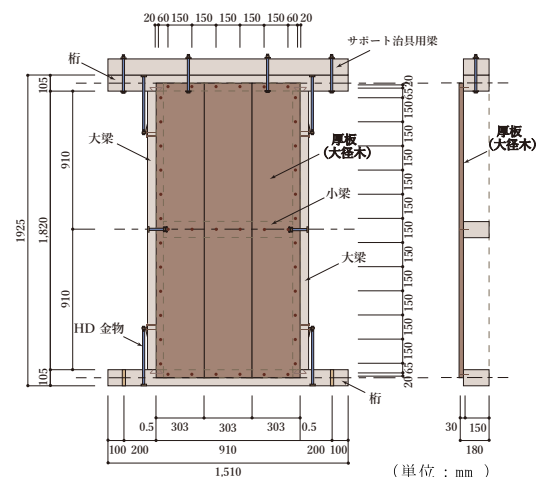


図 1 試験体の形状およびその寸法

3. 載荷方法

実大実験は, 福岡県農林業総合試験場資源活用研究センター(久留米市)で実施した. 載荷は, 前報(その 2)と同様であり, 層間変形角を漸増させた正負繰返し載荷実験である. 載荷プログラムは, $\pm 1/450$ (0.0022) rad, $\pm 1/300$ (0.0033) rad, $\pm 1/200$ (0.0050) rad, $\pm 1/150$ (0.0067) rad, $\pm 1/100$ (0.0100) rad, $\pm 1/75$ (0.0133) rad, $\pm 1/50$ (0.0200) rad, $\pm 1/30$ (0.0333) rad, $\pm 1/20$ (0.0500) rad であり, 各層間変形角を 3 回ずつ繰返した. それ以降については, 層間変形角が $1/15$ rad に達する, あるいは, 最大荷重より約 80 % 低下するまで載荷した. 本実験では, 押しを正加力としている. なお, 層間変形角は, 変位計②(上部梁の中心位置)から変位計①(上部梁の中心から 1340 mm 下方の位置)を減じた値を, 変位計①から変位計②までの距離 (1340 mm) で除して求めている.

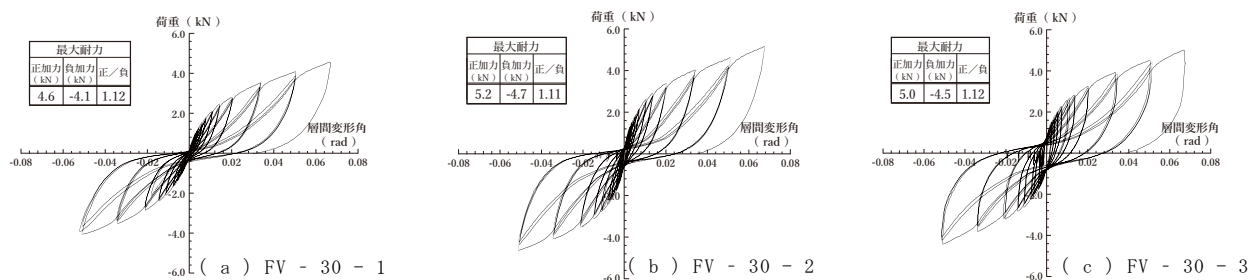


図 2 荷重－層間変形角関係：板厚 30 mm (FV - 30) の場合

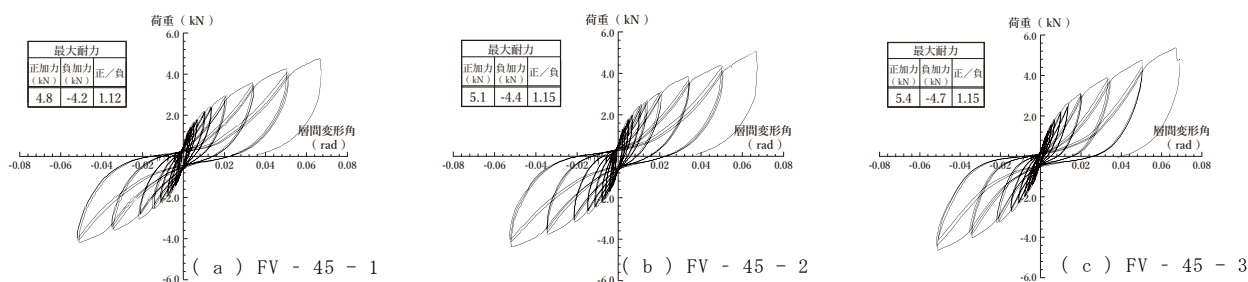


図 3 荷重－層間変形角関係：板厚 45 mm (FV - 45) の場合

4. 結果およびその考察

実験により得られた荷重－変形関係を図 2 および図 3 に示す．図 2 および図 3 の縦軸は荷重 (kN) であり，横軸は層間変形角 (rad) である．図 2 は床の板厚が 30 mm の結果であり，図 3 は床の板厚が 45 mm の結果である．

図 2 および図 3 より，いずれの試験体も最大耐力はほぼ同程度であり，正加力と負加力の差異はほとんどない．いずれの試験体も層間変形角：1/20 (0.0500) rad まで載荷ができており，耐力はまだ上昇傾向にあった．そのため，層間変形角：1/20 (0.0500) rad における最大耐力は，すべての試験体において 4.1 ～ 5.4 (kN) と低耐力である．この要因として，載荷時に床面に使用している 3 枚の板材が一体的に挙動しておらず，各板で挙動していたことが挙げられる．終局耐力まで到達していないため，各板とも目立った損傷は確認できなかった．

図 2 および図 3 の結果より，エネルギー吸収量 (kN・rad / rad)－サイクル数 (回) 関係を算出した．その結果，同じ層間変形角を繰返すことによりエネルギー吸収量は低下していたが，層間変形角が漸増するにつれてエネルギー吸収量は増加していた．しかし，各板厚における差異はほとんど見られず，エネルギー吸収量も小さい結果となった．

図 2 および図 3 の結果より，床倍率を算定したところ，両板厚とも 0.783 であった．板材 (12～15 mm 厚・幅 180 mm 以上) を根太に 500 mm ピッチで釘打ちした床の床倍率が告示では 0.38 であることから，大径木厚板による床面は告示の 2.06 倍程度の床倍率を有していることがわかった．

5. 結語

本論文では，本研究で考えている大径木厚板を利活用した床に対して実大実験を実施した．その結果，大径木を活用した床の床倍率は，板材を根太に釘打ちした床の床倍率よりも 2.06 倍程度大きかったが，想定していた床 (構造用合板 24 mm を梁直張り川の字打ち) の床倍率：1.8 にはおよばなかった．板材を張った床よりも床倍率は大きかったものの，想定した耐力を発揮することができなかった．今後は，試験体を改良して，再度，実大実験を実施予定である．

【謝辞】

本研究は，林野庁：『令和 4 年度林業成長産業化総合対策補助金 (建築用木材供給・利用強化対策のうち都市の木材利用促進総合対策事業)』の助成金 (『大径化した原木等を活かした地域材による設計合理化的技術開発・普及啓発』・代表：荒木光子) により実施しました．実験に際しまして，福岡県農林業総合試験場資源活用研究センターのご協力を得ました．ここに記して深甚の意を表します．

【参考文献】 ※紙面の関係から，下記には参考文献の一部を記載している．

- (1) 国土交通省国土技術政策総合研究所監修，国立研究開発法人建築研究所監修：『木造軸組工法住宅の許容応力度設計① (2017 年版)』，公益財団法人日本住宅・木材技術センター発刊，2017 年 3 月

性別の違いによる問題解決時の脳波パターンの探求

大峯淳郎¹、平田隆幸²、高田宗樹²

¹ 福井大学工学部機械・システム工学科、〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

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

takada@u-fukui.ac.jp

Exploring Brainwave Patterns in Problem-Solving: Insights from Simplified EEG Devices and Gender Differences

Atsurou Omine¹, Takayuki Hirata², Hiroki Takada²

¹Department of Mechanical Systems Engineering, School of Engineering,
University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui, Fukui 910-8507, Japan

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

Abstract: Recently, propelled by remarkable advancements in biometric technology, the prevalence of simplified electroencephalogram (EEG) devices has significantly increased. These technological strides have democratized the measurement of brainwave activity, rendering complex equipment unnecessary for routine assessments. We employed these EEG devices to record brainwave data from a cohort of 17 high and middle school students, both male and female, as they engaged in problem-solving tasks from high school entrance exams, specifically in mathematics and classical literature, and then subsequently conducted a comprehensive power spectral analysis of the collected data. This research scrutinizes the α -to- β wave ratio, elucidating the intricate interplay between brain activities during problem-solving and the participants' responses.

Keywords: biometric technology, simplified EEG devices, α -to- β wave ratio, brain activities, power spectral analysis

1. はじめに

近年、生体情報技術の進展とともに簡易脳波計の普及が進んでおり、日常的な環境で律動脳波を計測することが可能となってきた。特に、心理状態や思考状態を詳細に捉えることができる α 波と β 波の比率は、人間の思考や感情、学習の過程における脳の活動を理解する上で非常に有用であるとされている。このうち、低 β 波/低 α 波の値が最もよく課題の困難度を示すことが示されている[1]。一般に、文系とは主に人文科学と社会科学に分類される学問の系統とされ、人間の活動を研究の対象とする。一方、理系とはおよそ自然科学に分類される学問の系統とされ、自然界を研究の対象とする[2]。課題解決のために用いる手法で分類されることも多く、特に理系の学問は数学との親和性が高いとされる。そこで、物事に対して数値的な正確さや客観的に根拠のあるものを重視する傾向にある理系群と、言葉の意味を深く捉えることや物事の背景や感情的な部分を読み取ることが得意な傾向に

ある文系群に分けて議論されることがある。本研究では、理系群・文系群それぞれの嗜好性を有する問題に対する脳内処理過程に対して、脳活動や心理状態の変動を捉えることを目的とする。これにより、教育や効率的な学習方法の知見が得られる可能性がある。

2. 実験方法

若年健常者 17 名 (16.1 ± 1.5 歳) を対象に、簡易脳波計 K3-2 (Neurosky) を用いて律動脳波をサンプリング周波数 600 Hz にて記録した。電極貼付位 FP1 および FP2 の位置を図 1 に示す。理系群・文系群それぞれの嗜好性を有する問題として、数学と古文の問題を県立高校の入試問題から抽出した。計測前には、眼疲労や覚醒の度合いを主観評価させた。後者についてはスタンフォード眠気尺度[3]を用いた。実験プロトコルは、最初に開眼にて固視点を 3 分間注視させ、その間の律動脳波を計測した後、3 分間の閉眼時における律動脳波を計測した。続いて、上述の科目のうち 1 科目の問題解答時における律動脳波を 10 分間、5 分の休憩の後、もう一方の科目の問題解答時における律動脳波を 10 分間計測した(図 2)。尚、順序効果を加味した。

3. 結果及び考察

計測前の問診の結果、特にスタンフォード眠気尺度については 3 段階目以上の解答があり、覚醒していたことを確認した。本研究では、律動脳波に混入したノイズを除去するために、バンドパスフィルタ (1-49 Hz) などを使用して、濾波については解析区間を 60 s として高速フーリエ変換により周波数解析を 1 s ごとに行った。パワースペクトル成分の比率、特に α 波と β 波の比率を分析した。嗜好性およびジェンダーについて比較検討した。結果および考察に関しては、講演での報告とする。

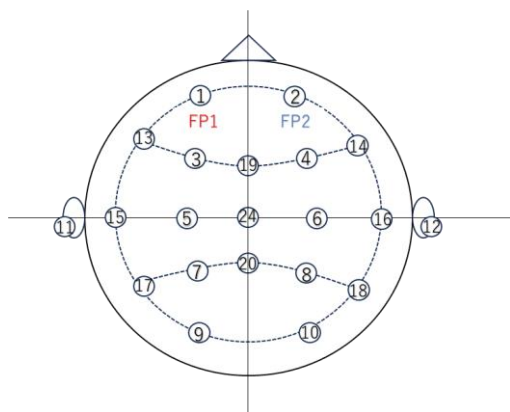


図 1 電極貼付位置^[4]



図 2 計測の様子

参考文献

- [1] 梅澤克之, 石田崇, 齋藤友彦, 中澤真, 平澤茂一, 簡易脳波計を用いた学習者にとっての課題難易度の判定方法, 情報処理学会研究報告, Vol. 2016-CE-137, No.4: pp.1-6, 2016.
- [2] DeLacoste-Utamsing, C., Holloway R. L., Sexual Dimorphism in the Human Corpus Callosum, Science, Vol.216, No.4553: pp.1431-1432, 1982.
- [3] Hoddes, E., Zarcone, V., Smythe, H., Phillips, R., Dement, W. C., Quantification of sleepiness: A new approach, Psychophysiology, Vol.10: pp.431-436, 1973.
- [4] 小野澤裕也, 鈴木淳子, 棟方伸一, 狩野有作, 脳波検査におけるシステムリファレンス誘導の基礎と応用, 医学検査, Vol.68, No.4: pp.800-805, 2019.

CycleGAN を用いた胃電図のノイズ除去

福岡朋樹¹, 平田隆幸², 高田宗樹^{2*}

¹福井大学工学部機械・システム工学科、〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1

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

[*takada@u-fukui.ac.jp](mailto:takada@u-fukui.ac.jp)

EGG Denoise Processing by CycleGAN

Tomoki Fukuoka¹, Takayuki Hirata², Hiroki Takada²

¹Department of Mechanical Systems Engineering, School of Engineering,
University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui, Fukui 910-8507, Japan

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

Abstract: Electrical activities in the stomach can be recorded as electrogastrograms (EGGs). However, the amplitude of the electrogram signal is fine and known to be contaminated with artifacts. Noise reduction techniques have long been of interest to many researchers. With the recent development of artificial intelligence, a new technique called CycleGAN has attracted significant attention. In this study, we applied CycleGAN to EGG denoise processing to verify its effectiveness.

Keywords: CycleGAN, Electrogastrograms (EGGs), Noise removal techniques, Deep learning

1.はじめに

胃電図は胃の電気活動を詳細に捉える手段で、自律神経機能検査の1つとして研究されている[1]。また、映像酔いの評価法としても応用されている。この胃電図信号の振幅は微小であり、アーチファクトが混入する。特に被験者の呼吸に伴う横隔膜の運動に由来するノイズは、胃電図の解析を困難にする。

ノイズ除去技術については、長らく多くの研究者の関心を集めてきた。近年の深層学習技術の進展により、CycleGAN という新たな手法が注目されている[2]。CycleGAN は、異なるドメイン間の変換を教師データ不要で学習する能力を持つことで知られている。例えば、MRI から CT への変換やその逆の変換など異なる医療画像モダリティ間の変換に応用されている[3]。これを用いれば、胃電図のノイズ除去も効果的に行える可能性がある。

そこで、本研究では CycleGAN を胃電図のノイズ除去、特に呼吸由来のノイズを対象として応用する試みを行った。本実験を通じて、CycleGAN がどの程度のノイズ除去効果を示すのかを検証して、その有用性と限界を明らかにすることが本研究の目的である。

2.実験方法

健常な若年男性 8 名を対象に以下の実験を行った。全ての被験者には、食事、アルコール、及びカフェインの摂取を実験の 2 時間前から避けるよう要請した。

8 チャンネルアナログ多用途生体アンプ Biotop mini(イーストメディック株式会社)を使

用し、仰臥位にさせた被験者の胃電図を、以下のプロトコルに従って記録した。

- (1) 呼吸統制を行わずに胃電図を 5 分間、記録した。これは呼吸に伴う横隔膜の運動に由来するノイズを含む一般的な胃電図データである。
- (2) 被験者の呼吸を随意的に停止させて、1 分間の胃電図を記録した。これは呼吸に伴う横隔膜の運動に由来するノイズを含まない理想的な胃電図データである。(1)と同等なデータ長を確保するために、この実験を 5 回繰り返した。ただし、実験間は 1 分間の休憩を入れた。

尚、これらの順序効果を考慮した。CycleGAN 適用前の前処理として、ノイズを含む一般的な胃電図データ(1)と理想的な胃電図データ(2)の組みを用意した。これらのデータを使用して、CycleGAN のモデル学習を行い、胃電図のノイズ除去の効果を検証した。

3.結果と考察

本実験の実験風景を図 1 に示す。CycleGAN を使用して胃電図のノイズ除去処理を行い、その効果を詳細に解析した。呼吸に伴う横隔膜の運動に由来するノイズを含む一胃電図データ(1)と理想的な胃電図データ(2)の比較を行い、CycleGAN が胃電図のノイズ除去においてどの程度の有効性を持つかを基礎的に検討した。結果及び考察の詳細については、講演での報告とする。

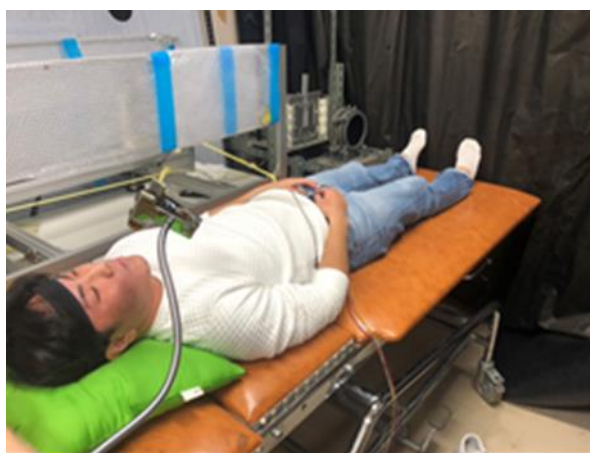


図 1. 実験風景

参考文献

- [1] 松浦康之, 山本哲也, 高田真澄, 塩澤友規, 高田宗樹, ” 胃電図の衛生学への応用に向けて”, 日本衛生学雑誌, Vol.66, pp.54-63, 2011.
- [2] Zhu, J. Y., Park, T., Isola, P., Efros, A. A., “Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks”, Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2017. Doi:10.48550/arXiv.1703.10593
- [3] Cohen, T., Wolf, L., "Bidirectional one-shot unsupervised domain mapping", Proceedings of the 2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV), 2019. Doi:10.48550/arXiv.1909.01595

自由記述への ChatGPT によるフィードバック生成

山田美海¹, 宮本光一朗², 井戸季詠子³, 松浦執¹

¹ 東京学芸大学教育学部、東京都小金井市貫井北町 4-1-1

² 慶應義塾高等学校,

³ 東京学芸大学教育学研究科専門職学位課程,

(連絡先アドレス) shum00@u-gakugei.ac.jp

Feedback generation for Students' Free-Text Answers by ChatGPT

Miu Yamada¹, Koichiro Miyamoto², Kieko Ido³, Shu Matsuura¹,

¹Tokyo Gakugei University, Faculty of Education

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

²Keio Senior High School,

³Tokyo Gakugei University, Graduate School of Teacher Education.

Abstract: Feedback using ChatGPT was given to the free-type answers of university students to provide new perspectives and ideas not found in the answers and to introduce phatic expressions as a communication interface. Learners could sense that the feedback was appropriately based on the content of the answers and that new insights could be gained.

Keywords: Feedback Text, Free-Text Answer, Generative AI, Education with AI.

1. はじめに

日本の公立学校で GIGA スクール構想の下で提供されたタブレット PC 端末は、個別最適化学習と、ネットワークを通じた協働的学習を実現する下地である。

一方、2022 年 11 月 30 日にプロトタイプ公開された自然言語生成 GAI (Generative Artificial Intelligence) である ChatGPT は自然な言葉で誰でも AI と個対 AI の対話できることから、学習指導要領が提唱する、主体的・対話的で深い学びを実現し得る web サービスとしての関心も高い。文部科学省は 2023 年 7 月 4 日に暫定的生成 AI ガイドラインを提示し、学習者の思考力を高め、学校業務を改善する方向性を強調した。

本研究では、教員養成系教育学部の大学生を対象として、自由記述解答に対する個人別のフィードバックを ChatGPT で生成して解答者に提示した。生成 AI と学習者および授業者が協働する学習環境という観点から、学習者の、生成 AI によるアドバイスに対する印象評価と、フィードバック表現の情緒的な制御の効果を明らかにする。

2. 方法

教員養成教育学部の 1 年生春学期の教科「現代社会における理科教育」では教育を社会的問題に関連づけた自由記述の問題を出題し、グループ討論後、個人別の解答を作成させている。この自由記述解答を Chat GPT-3.5 の add-on を導入した Google スプレッドシートで読み取り、フィードバックテキストを生成した。生成時プロンプト全 6 回のうち 3 回

分を表 1 に示す。

3. 結果

フィードバックの内容的・論理的な適切性への学生評価は極めて高かった。しかし、認めてもらえるコメントが得られて嬉しいが、自らが書いた内容以上の指導ではないので、学びにならないとの不満が学生の感想に見られた。

そこで、表 1 のように 6 月 16 日には学生の解答を拡張して新規のアイデアを追加し、6 月 30 日には親しめる言葉の印象の導入を試みた。その結果、図 1 に示すように、学習者はフィードバックに、新たな知見が見出すようになった。また図 2 のように情緒的な印象を感じ、多くの感想が機械的感覚から親しめる人間的印象に切り替わった。

4. おわりに

ChatGPT を用いた自由記述解答に対するフィードバックは多くの場合元のテキストの内容に忠実な解説が示され、そこから発展的な視点の提供も可能であった。さらに phatic な要素の

追加をプロンプトで指示することにより、機械的な情報提供を超えて解答者に対して情緒を感じさせる発話が生成される。機械的な知能のインタフェースとして、言葉における情緒的接触は個別最適化学習のために注目すべき機能といえるのではないか。

表 1. フィードバック生成のためのプロンプト抜粋

月日	ChatGPT プロンプト
5 月 12 日	"あなたは、大学の教授です。学生のコメントに対して、フィードバックを返してください。その際、以下の【#条件】を満たしてください。 #教授のスキル -教育学を専門とする。 #内容 -教授としてフィードバックする。 -日本語で書くこと。-理解の確認や訂正をするフィードバック。-共感を示す等の学習意欲を高めるフィードバック。-学生がさらに考えることを促せるフィードバック。-学生の考えに対するフィードバック。-二人称は「あなた」。#テーマ #学生の解答
6 月 16 日	【#設問】に対する【#学生の解答】のよい部分を挙げ、そこからさらに考えられる追加のアイデアを教えてください。 #設問 #学生の解答
6 月 30 日	【#設問】に対する【#学生の解答】に、phatic な表現を織り交ぜて、親しみをもったコメントを作成してください。350 字程度をお願いします。また、学生のことは「あなた」と呼んでください。 #内容 -学生のよい記述を褒めたり、記述に関連したスモールトークを交える。-新たな視点やアイデアをもてるようなヒントを与える。 #設問 #学生の解答

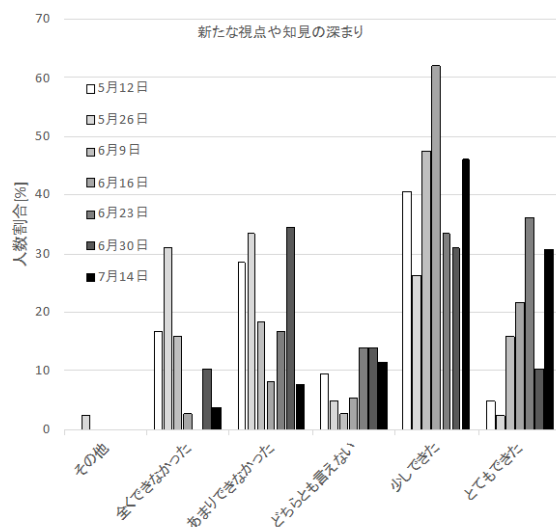


図 1. 新たな視点や知見の深まりを感じたか

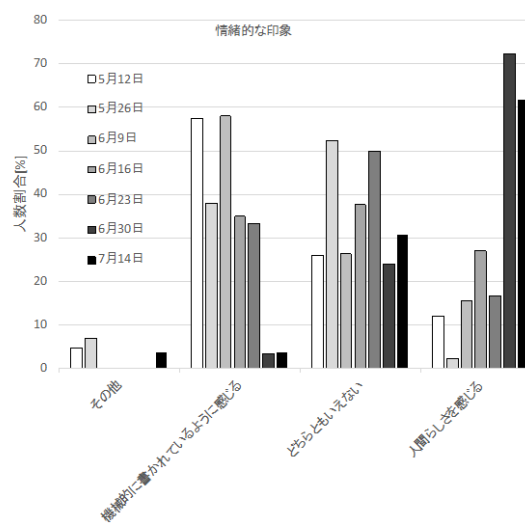


図 2. 言葉に人間的な感じを受けたか

プラネタリウムと形の科学：形を伝える場としての活用

吉岡 翼

富山市科学博物館，富山市西中野町一丁目 8-31

yoshioka@tsm.toyama.toyama.jp

Planetariums and Science on Form: Exploring the Expression of Form

Tasuku YOSHIOKA

Toyama Science Museum, 1-8-31 Nishinakano-machi, Toyama, Japan

Abstract: We explore the planetarium as a space for the expression of form, using 3D models and visual techniques. Our challenges include expanding interest and demand for these unique applications.

Keywords: planetarium, 3D model, museum education, science communication

第95回形の科学シンポジウムの開催から100年前，プラネタリウムはドイツのイエナで開発された．その過程で仮設されたプラネタリウムドームの骨組みは世界初のジオデシックドームとされる（図1上）．また，イエナと言えば形の科学では馴染み深いエルンスト・ヘッケルの住んでいた街でもあり，ヘッケルの研究した放散虫とドームの構造はしばしば関係性が取りざたされる．プラネタリウム投影機の基本形は切頭二十面体であり，戦後普及した簡易式投影機は正十二面体であるなど，プラネタリウムの開発史をたどるだけでも興味深い．コンピュータで作りだした映像を投映できるようになった現代では，プラネタリウムで様々な空間や立体形状を表現することも可能となった．富山市科学博物館（以下当館）では，形を伝える場としてのプラネタリウムの活用に取り組んできた^[1-4]．ここではこれまでの取り組みとともに展望・課題について紹介する．

3D モデルをプラネタリウムに映す

3D モデルをプラネタリウムで用いること自体は珍しいことではなく，近年のデジタルプラネタリウムでは高度なリアルタイムレンダリングが可能となっている．しかし，そこで扱われるのは，主として天体や人工衛星などの天文コンテンツである．また，ドームシアタ



図1. 1922年にイエナのツァイス工場の屋上に建設途中のプラネタリウムドーム（上／Photo: Courtesy of ZEISS Archives）と，2020年のイベントでプラネタリウムに映し出した放散虫骨格（下／3Dデータは岸本直子氏提供）．

ーではない「プラネタリウム」としてのコンテンツには、宇宙や天体と関連したテーマがある程度期待される。そこで我々は、プラネタリウム史においてもシンボリックな放散虫を手始めに（図1下）、生物規範宇宙工学との関連で様々な海洋プランクトンを、「星」つながりで「星の砂」が有名な有孔虫を紹介するプラネタリウムイベントを行ってきた。

また、これらと並行して天文とは接点のないテーマでも実施した。2022年に開催した「ねっこリウム」では国指定特別天然記念物魚津埋没林の複雑に絡み合う樹根の3Dモデルを用いた。

技術的敷居を下げる

3Dモデルの作成や加工は身近なものとなりつつあるが、放散虫のような微小な対象を撮影するマイクロフォーカスX線CTは産業や学術研究利用を除くとまだ敷居が高い。また、写真から3Dデータを作成するフォトグラメトリも大規模なものは高性能なコンピュータを要す。そこで、素材をより容易に作成する手順も検討した^[3,4]。

微小な対象の3Dデータ化として、SEMを用いたマイクロフォトグラメトリを試みた。形態の再現性はさほど高くないが、微細な表面形態が画像（テクスチャ）として得られるため、視覚的な再現性は高い手法である。

一般的な3Dビューワの平面映像や、回転台などに載せて撮影した平面の実写映像でも、ドームに映すと平面スクリーンより高い立体感が得られる。ビデオプロジェクタさえあれば映せるため、光学式投影機しかないプラネタリウム施設など、全天周映像に対応していない環境でも実現可能な手法である。

展望と課題

当館のプラネタリウムは2023年3月にリニューアルし、3Dデータの取扱いが容易になり、映像の質もこれまで以上に高くなった。また、小型の産業用X線CTを導入し、博物館資料の3Dデータ化が迅速かつ容易に行える体制を整えた。今後、収蔵資料を活かしたプラネタリウムイベントなどで活用したいと考えている。

一方、こうした取り組みはまだ広がりを見せたわけではない。プラネタリウムの多目的な活用は注目されやすいテーマではあるが、運用面や利用者ニーズなどから必ずしも受け入れられやすいというものでもない。技術の向上や敷居を下げる取り組みだけでなく、関心の喚起や需要の開拓も探る必要がある。

文献

- [1] 吉岡ほか (2020) 形の科学シンポジウム講演予稿集, 5(1): 34-35.
- [2] 吉岡・竹中 (2021) 日本サイエンスコミュニケーション協会誌, 11(1): 32-33.
- [3] 吉岡・竹中 (2021) 形の科学シンポジウム講演予稿集, 6(2): 5-6.
- [4] 吉岡・竹中 (2022) 富山市科学博物館研究報告, (46): 117-122.

プラネタリウムからドームシアターへ ～その実践と今後の展望～

尾久土 正己

和歌山大学、〒640-8510 和歌山市栄谷 930

E-mail okyudo@wakayama-u.ac.jp

From Planetarium to Dome Theater: Its Practice and Future Prospects

Masami Okyudo

Wakayama University, 930 Sakaedani, Wakayama 640-8510, JAPAN

Abstract: We have projected various visual contents (astronomical phenomena, museum materials, sports, etc.) on the dome screens of planetariums. Through these practices, several issues have become apparent when projecting bright subjects on dome screens. We expect that the recently introduced dome using LED panels will be the ultimate dome theater that can solve these issues.

Keywords: Planetarium, Dome theater, Virtual Reality

はじめに

現在私たちがイメージする形式のプラネタリウムが誕生して今年でちょうど 100 年になり、2023 年現在、世界に 4000 館を超すプラネタリウムが建設されている⁽¹⁾。半球の夜空をドームスクリーンで再現する機能は、現代風に言い換えれば星空専用のヴァーチャル・リアリティ装置である。100 年間の間に、世界の人々は都市に集中し、都市では街灯などの屋外照明による光害が進行し、多くの人々にとって天の川が見えるような星空はプラネタリウムが原風景になっている。各地の天文台などで、美しい星空を見上げた人々が「まるでプラネタリウムようだ!」と声をあげているが、リアルとヴァーチャルの逆転が星空ではすでに普通になっている。著者たちは、2005 年からこの星空専用のプラネタリウムに様々な半球（ドーム）映像を投影することで、大勢が手軽に鑑賞できるドームシアターとして多目的な利用ができないか、様々な実践を行ってきた。今回のシンポジウムでは、それらの事例を紹介するとともに、今後の展望について議論する。

博物館展示としての利用

著者たちのドームシアターとしての最初の実践は、太陽が月に隠される皆既日食である。皆既日食の現場では、皆既の直前に月の影が地平線から迫ってくるのが見え、その影に入った瞬間、真っ暗になり太陽の周りにコロナが現れ、頭上には数個の星が輝き、地平線が赤く染まる様子を 360 度の風景として観察できる。ところが通常の映像では、太陽が欠けていく様子しか伝えておらず、周囲の変化は切り捨てられている。そこで、魚眼レンズを取り付けたカメラで撮影した映像をそのままライブでドームスクリーンに投影するシステムを構築し 2009 年に奄美大島で見ることができた皆既日食の風景を丸ごと本州の複数のプラネタリウムなどのドームスクリーンに上映した。その結果、これまで現地でしか気づくことができなかった月の影をドーム内で見た人たちに伝えることに成功した⁽²⁾。日食は

本来のプラネタリウム施設の目的に合った被写体であったが、その後、飯田市美術博物館と共同で、博物館が対象とする地域の自然、人文・美術などのテーマの映像作品を20本制作し、博物館展示のひとつとしてのドームシアターの活用を行った。総合博物館が対象とする地域のありのままの姿をドームシアターで展示するという新しい提案になった⁽³⁾。実際の制作では、課題も見つかった。暗い夜空を対象として作られた当時のプラネタリウムでは、明るい被写体を表現するには照度不足であったり、屋外での撮影の際、白い雲が多い映像では、ドームスクリーンの光の回り込みによってコントラストが著しく低下した。そのようなことから紺碧の空の下での撮影を著者たちは「ドーム日和」と呼んでいる。

スポーツの臨場感ビューイングとしての利用

博物館での実践でお祭りなどの無形文化遺産をドーム映像化する中で、著者たちはスポーツも同様にドームシアターの被写体に適していることに気づき、東京オリンピックでの実践を政府に提案した。しかし、オリンピック映像はその権利に多くの制限があり、交渉には長い時間を要したが、1年遅れで開催されたオリンピックでは、全国8会場のプラネタリウムに開会式やスポーツ映像を中継することに成功した。日食中継では特注や実験開発レベルの設備環境からなるシステムであったが、オリンピックでは民生レベルの設備環境でシステムを構築することができた。また、仕様が異なる8箇所でのアンケート結果からドームシアターの仕様による臨場感の違いも明らかにすることができ、明るさが臨場感に影響することを明らかにした⁽⁴⁾。

今後の展望

前述したようにプラネタリウムをドームシアターとして利用する場合、コントラストや明るさに課題があるが、近年、プロジェクターで投影する代わりに、スクリーンを曲面LEDで敷き詰めるシステムが登場し、国内でも2館で上映が始まっている。海外を見ると2023年秋にラスベガスに直径100mのLEDドームシアターがオープンする。著者たちのプライベートな実験で、LEDドームで昼間の屋外の映像を投影した際、これまで体験したことがない高い臨場感を確認している。星を投影する目的に限定すれば、最新のプラネタリウムは本物の夜空を超えるハイパーリアルな映像を実現しているが、多目的な利用を考えると、このLEDパネルを使ったシステムが最適解だと考えている。LEDドームの普及により星空同様、あらゆる被写体においてリアルとヴァーチャルの境界が曖昧になるものと予想している。そこで、今後は大学の研究設備の更新も含め、LEDドームでの実践研究を進めて、LEDドームに適した映像コンテンツの制作に関する知見を明らかにしていきたい。

参考文献

- (1) Worldwide Planetariums Database, <https://planetariums-database.org>
- (2) 尾久土正己「4K映像システムを使った皆既日食の全天投影」映像情報メディア学会誌 10(63), 1385-1389 (2009)
- (3) 吉住千亜紀, ほか, 「飯田市美術博物館における実写ドーム映像利用の試み」大学連携会議機関誌「学輪」, 5, 45-52 (2019)
- (4) 小柴恵一, ほか, 「ドーム形状とスクリーン照度の違いから見たドーム映像の臨場感: メガスポートイベントのドーム映像上映を事例として」観光学, 27, 1-9 (2022)

磁場中の電気双極子と振り子

小川直久

北海道科学大学

ogawanao@hus.ac.jp

Electric Dipole moment under the Magnetic field and Pendulum

Naohisa Ogawa

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

Abstract:

It is well known for the experimental scientist who creates crystals that when strong magnetic field is applied, the convection is inhibited and crystals are created with better quality. The reason why the magnetic field inhibit the convection is not yet clear and is open question. In this talk I will give a toy-model which include electric dipole moments. This might answer the question.

Keywords: electric dipole moment, magnetic field, pendulum

§1. Motivation

溶液中で結晶を成長させようとするとき、強磁場を加えると対流が減少し、質の良い(単結晶の)結晶ができることがよく知られている。しかしながら荷電粒子系で磁場がエネルギー散逸に寄与しないことはよく知られた事実であり、

$$\frac{d}{dt} K = \vec{v} \cdot \vec{F} = q\vec{v} \cdot (\vec{v} \times \vec{B}) = 0$$

が成立している。このあからさまな矛盾とどう向き合えばよいのか、ここでは Toy Model を二つ披露する。

§2. 磁場中 2 次元系における電気双極子

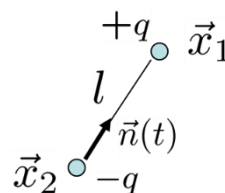
$x-y$ 平面内に、電気双極子を配置する。

分子振動は考えないことにして座標を以下のように取る。

$$\vec{r} \equiv \vec{x}_1 - \vec{x}_2 = l\vec{n}(t).$$

$$\vec{R} \equiv \frac{\vec{x}_1 + \vec{x}_2}{2}$$

運動方程式は抗力を f として、



$$\begin{aligned} m\ddot{\vec{x}}_1 &= q\dot{\vec{x}}_1 \times \vec{B} + f \vec{n}(t). \\ m\ddot{\vec{x}}_2 &= -q\dot{\vec{x}}_2 \times \vec{B} - f \vec{n}(t). \end{aligned}$$

2 式から和と差を取って、

$$\begin{aligned} \ddot{\vec{R}} &= \frac{q}{2m} \dot{\vec{r}} \times \vec{B} \\ \ddot{\vec{r}} &= \frac{2q}{m} \dot{\vec{R}} \times \vec{B} + \frac{2f}{m} \vec{n} \end{aligned}$$

2 式をまとめて、 $\vec{r}=l(\cos\theta, \sin\theta)$ を用いると、角度に関して閉じた方程式を得る。

$$\ddot{\theta} = -\frac{2qBU}{ml} \cos(\theta - \phi)$$

ここで、 U と ϕ は、速度にかかわる積分定数。

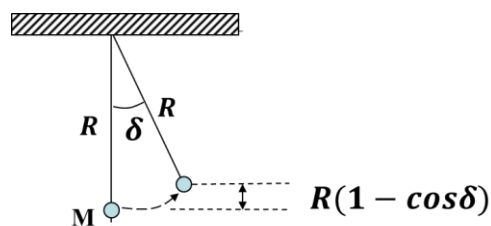
システムの全エネルギーは

$$E = \frac{ml^2}{4} \dot{\theta}^2 + qBLU\{\sin(\theta - \phi) + 1\}$$

(ポテンシャルエネルギーの基底値が 0 になるように調整した) である。ここで $\delta = \theta - \phi + \pi/2$ とおいて、さらに、 $MR^2 = ml^2/2$ $MgR = qBLU$ と置きなおせば、

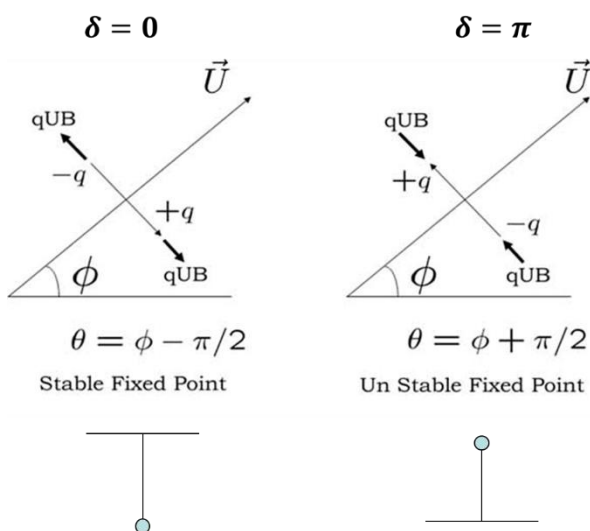
$$E = \frac{M}{2} R^2 \dot{\delta}^2 + MgR\{1 - \cos\delta\}$$

となるので、これは紐の長さ R 、
重りの質量が M の振り子と同じ系である。



§ 3. Fixed Points

この振り子の系には 2 つの fixed point がある。



このような系において、
電気双極子の回転運動による
電磁輻射、および電気双極子の振動が
熱浴に接している場合に、どのように
散逸過程が進行するかを考察する。

§ 4. References:

Naohisa Ogawa, Shu-ichi Nagasawa,
cond-mat/0703744v1, 28Mar, 2007

マメルリハインコ，ウロコインコ，白文鳥の羽毛の反射スペクトル

植田 毅¹、森本 元²、植田 翠³、平塚理恵⁴

¹東京慈恵会医科大学 物理学研究室、182-8570 東京都調布市国領町 8-3-1

²山階鳥類研究所、270-1145 千葉県我孫子市高野山 115

³徳島大学医学部、770-8503 徳島市蔵本町 3 丁目 18-15

⁴東京慈恵会医科大学 生物学研究室、182-8570 東京都調布市国領町 8-3-1

¹tsuyoshi_ueta@jikei.ac.jp

Reflection Spectrum of Feathers of *Forpus coelestis*, *Pyrrhura molinae* and *Lonchura oryzivora*

Tsuyoshi Ueta¹, Gen Morimoto², Midori Ueta³ and Rie Hiratsuka⁴

¹The Jikei University School of Medicine, Division of Physics, Chofu, Tokyo 182-8570

²Yamashina Institute for Ornithology, Abiko, Chiba, 270-1145

³Tokushima University, Faculty of Medicine, Tokushima 770-8503 182-8570

⁴The Jikei University School of Medicine, Division of Biology, Chofu, Tokyo

Abstract: In herbariums, the feathers of *Forpus coelestis*, *Pyrrhura molinae*, and *Lonchura oryzivora* (white Java sparrow) are soaked in herbal oil, which has a refractive index almost the same as the keratin, that is the main component of feathers. So that the feathers having no pigment and no structural color appear transparent. In fact, we found that there exists no pigment and no characteristic internal structure in the feather barbs of white sparrows, and that the feather barbs of *Forpus coelestis* and *Pyrrhura molinae* have no pigments other than melanin, giving them structural colors of blue and green, respectively. From cross-sectional SEM images of the feather barbs of these birds, it was confirmed that the spongy structure underlying the cortex exhibits structural color. In the present study, we measure the reflection spectra of the feathers of three species of birds and report on their characteristics while comparing them with that of the previously reported red-flanked bluetail, namely, *Tarsiger cyanurus*.

Keywords: Structural color, Bird feathers, Reflection spectrum

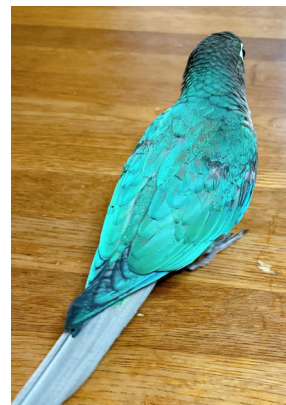


図1 白文鳥，マメルリハインコ，ホオミドリウロコインコ

これまでに、白文鳥、マメルリハインコ・コバルト、ホオミドリウロコインコ・ブルーノーマル（図 1）の発色の原理について様々な方法で調べてきた。羽毛のハーバリウム（羽毛のハーバルオイル漬け）を作成し、白文鳥には色素も構造色もないこと、2種のインコにはメラニン色素以外の色素はなく、青、緑の発色は構造色であることを見出した。それを確認するために、それぞれの鳥の羽枝の断面の SEM 写真を撮影し、白文鳥には構造がないこと、2種のインコには表層の下層にスポンジ状の構造層があり、その内側にメラニン色素顆粒が並んでいることが確認できた（図 2）。



図 2 白文鳥、マメルリハインコ、ホオミドリウロコインコの羽枝の断面の SEM 写真
本研究では、3種の羽根の反射率を測定し、既報のルリビタキの羽枝内部構造と反射率（図 3）との比較を行う。

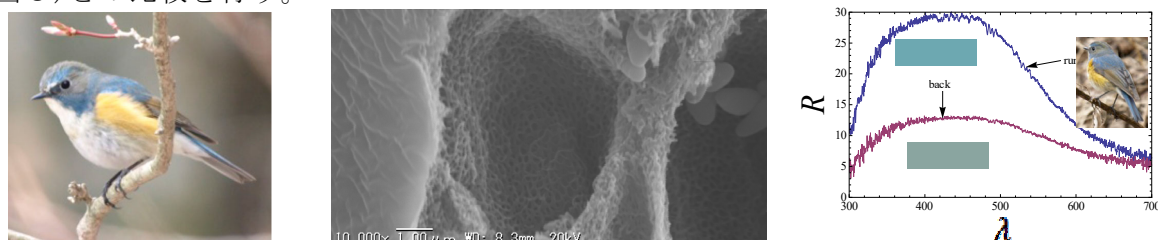


図 3 ルリビタキの写真，羽枝の断面の SEM 写真，反射スペクトル

試行的に測定したマメルリハインコ、ホオミドリウロコインコの反射スペクトルはそれぞれ図 4、5 のようになる。確かに、後者の方が反射率の高い領域が、波長が長い方にシフトしていることが確認できる。全体の構造は、図 3、4、5 の反射スペクトルはよく似ていることも確認できる。

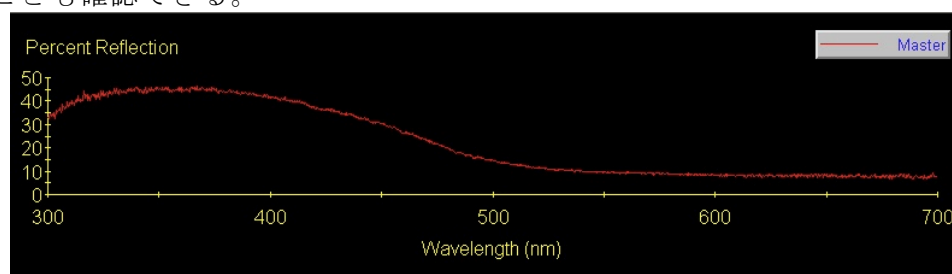


図 4 マメルリハインコの反射スペクトル

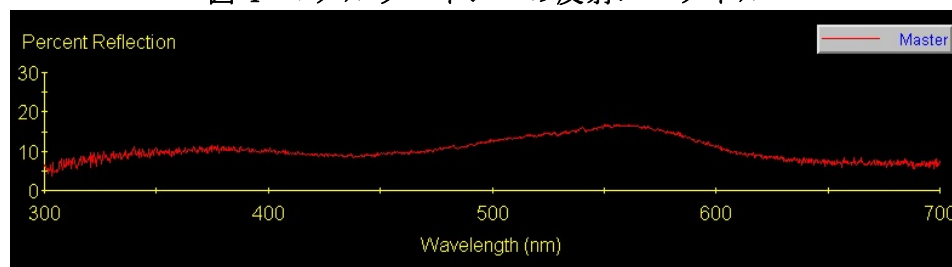


図 5 ホオミドリウロコインコの反射スペクトル

また、ルリビタキの反射スペクトルの理論的計算[1, 2]では吸収の影響を白色レグホンの吸収係数を用いて考慮していた。白文鳥の反射スペクトルの測定により、反射スペクトルに吸収の影響がどのように現れるのかを示す。

[1] T. Ueta *et al* : EPL, 107 (2014) 34004

[2] Tsuyoshi Ueta, Garuda Fujii and Gen Morimoto : Forma, 35, (2020) 21–26

砂漠での Parastichy pairs

根岸利一郎

科学リテラシー研究所, 〒366-0052 深谷市上柴町 6-15-7

rikuway.negishi@gmail.com

Parastichy pairs in Desert

Riichirou NEGISHI

Research Institute for Science Literacy, 6-15-7 Kamishibachou-nishi, Fukaya, Saitama 366-0052, Japan

Abstract : Parastichy pairs in desert were determined by applying the discrete Fourier transform method to connected dunes.

Keywords: connected dunes, discrete Fourier transform, order, Pineapple, Parastichy pairs

1.はじめに

Negishi ら (2019) はこれまでパイナップル鱗片と砂丘連なりによる Parastichy pairs (以後 Pp) の決定法を検討して報告した[1]。そして実在のひまわりの頭状花内の小花の連なりによる Pp は Discrete Fourier Transform (以後 DFT) を適用することによって決定できることを示した[2]。ここでは DFT 法がパイナップル鱗片の連なりに適用できることを示し、砂丘の連なりによる Pp の秩序評価への応用の検討結果を報告する。

2. パイナップル鱗片の Parastichy pairs

実在のパイナップルに DFT 法を適用するために対象とするパイナップル (図 1) を横から 36 枚撮影して 1 枚の対象画像とする (図 2)。この画像の各鱗片の中央を点として上下端を除いた 48 片について位置情報を抽出する。その各点から対象点数までの距離を測って DFT 法を適用する。得られた結果には図 1 や 2 で視認できる連なり数 8 本と 13 本と同じ数値が変換後の空間周波数のピーク値として確認できる (図 3)。この画像からの鱗片間距離はパイナップル表面を曲面で補正した。



図 1. パイナップル



図 2. パイナップルの合成画像

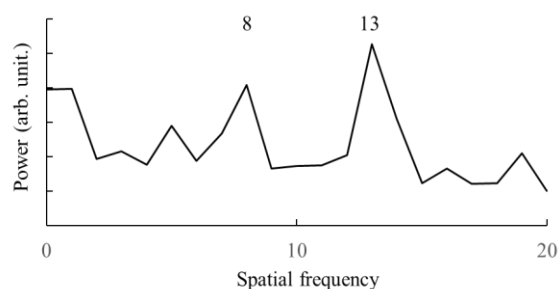


図 3. 離散フーリエ変換結果

3. 砂漠の Parastichy pairs

図 4 はサハラ砂漠の砂丘の連なりである。この砂丘にある影の窪地の一つ一つを点として画像上の位置情報を抽出する。その抽出点のうち上部四角領域 A 内に相当する 200 点を対象に DFT の方法を適用した結果が図 5 の細線である。この DFT 結果にコンボリューションを施した結果 (太線) に見える二つのピーク値から parastichy pairs として 57 と 84 が特定される。同様に領域 B 内の 200 点から特定された parastichy pairs が図 6 の 41 と 73 になる。

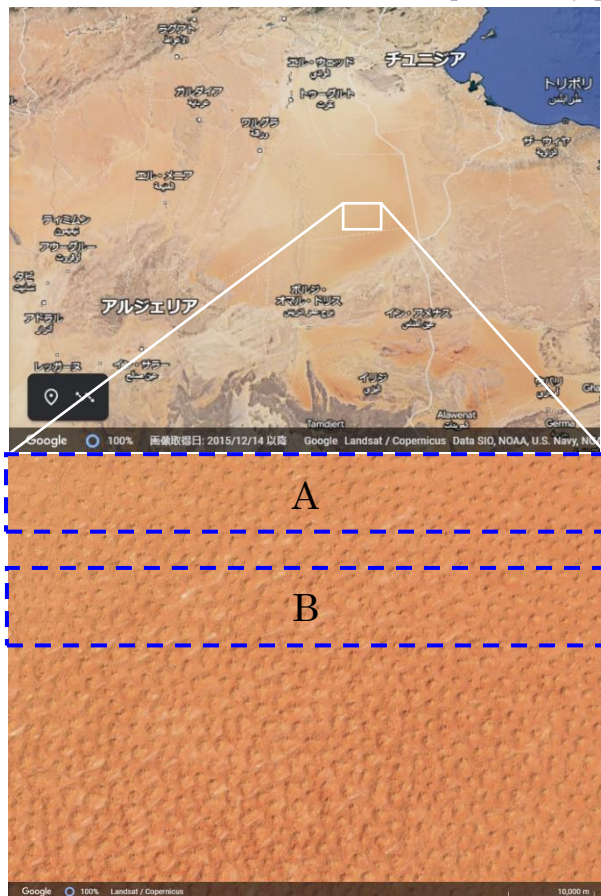


図 4. サハラ砂漠の砂丘連なり

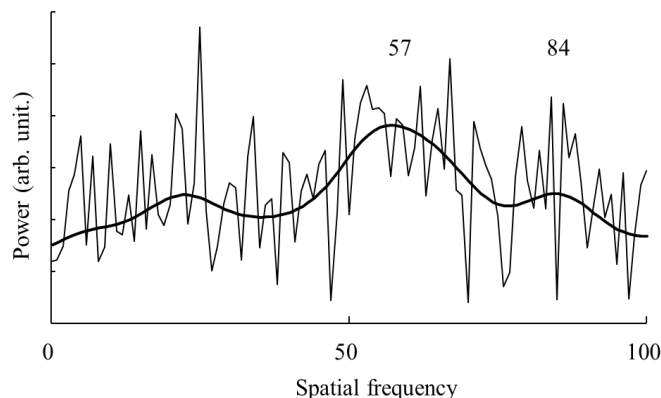


図 5. 図 4 領域 A の DFT 結果

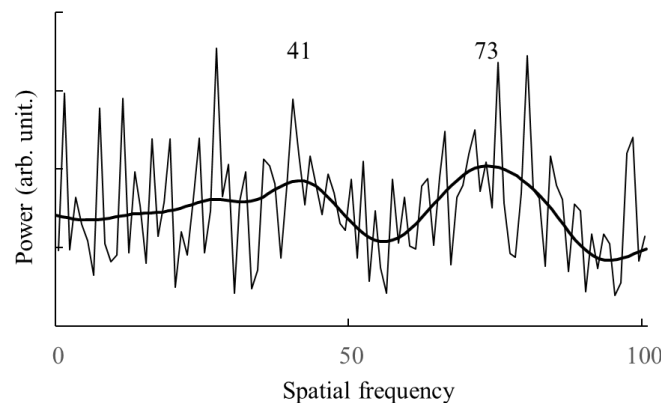


図 6. 図 4 領域 B の DFT 結果

4. まとめ

パイナップル鱗片の連なりらせん数を決定する DFT の方法[2]を砂漠の砂丘連なりに応用した。パイナップル鱗片の応用からは目視と同じ parastichy pair が得られた。図に示した砂漠の例では観測対象から特定された parastichy pairs 2 数の比は黄金比近辺の値やそうでない場合もある。これら結果について提案の DFT 法が秩序を評価するのに役立つかどうかの検討結果を報告する。

[1]根岸ほか(2019), 砂丘による parastichy pair を決定する, 第 88 回形の科学シンポジウム予稿集, pp.41-42.

[2] Negishi, R. (2019), *Asymmetry in Plants*, (eds. Bir, B., et.al.), CRC press, Chap.16, pp.241-262.

Negishi, R., et. al (2023), Determining Parastichy Pairs for Florets and Seeds on Sunflowers, *Forma*, pp.39-49

超立方体の展開図と透視図の間の遷移手法と実体化

松浦 昭洋¹ 大塚 崇史

¹ 東京電機大学, 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂

E-mail: ¹ matsu@rd.dendai.ac.jp

Transformations between Development and Perspective Model of the Hypercube and Their Materialization

Akihiro Matsuura¹ Takafumi Otsuka

¹ Tokyo Denki University, Ishizaka, Hatoyama-cho, Hiki, 350-0394 Japan.

Abstract: We present two types of transformations between the three dimensional development and perspective model of the four dimensional hypercube. The first one is based on the dissection that uses smaller cubes and the second one is based on the dissection that uses a certain tetrahedron which we call α .

Keywords: hypercube, development, perspective, dissection, transformation

1. はじめに

二つの等積な多角形が与えられたとき、一方を有限回分割して並び替えることでもう一方の多角形を作ることができるか、という問題は 1830 年代に Wallace、Bolyai、Gerwien らにより肯定的に解かれた。最近 Abbott ら[1]は、並び替えを分割された小多角形の頂点周りのはとめ返しに限っても、常に分割・並び替えが可能であることを示した。この 2 次元図形の分割問題は 3 次元にも拡張され、1900 年にヒルベルトが提示した等積な多面体の組に対する分割問題(ヒルベルトの第 3 問題)が、Dehn[2]により等積の正 4 面体と直方体は分割・並び替えできないことが示され、否定的に解決した。しかし、具体的な立体のペアによっては分割・並び替えはできうる。本稿では、4 次元超立方体の 3 次元の展開図(図1)と透視図(図2)が分割・並び替えで互いに遷移し合うか、という問題を探究した結果を示す(なお、辺の長さ、透視図の視点等の条件は次章で記述する)。本探究の動機は、4 次元の基本立体の 1 つである超立方体に関連した図形を 3 次元空間で実体化した時、1 つの実体物でこれらの図形を作成できると、図形教育の中で効率的に演示したり、パズル作品として使用したりできると考えられるからである。今回本問題に対して、考案した 2 種類の分割・遷移手法を紹介する。

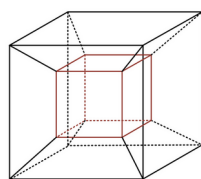
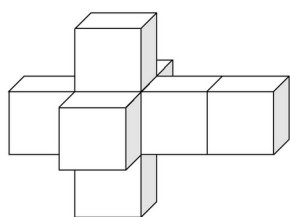


図1 超立方体の展開図

図2 超立方体の透視図

図3 展開図と透視図の分割パーツ間の遷移

2. 超立方体の展開図および透視図の二種類の分割・遷移手法

今回考える超立方体の展開図は、最も用いられていると考えられる図1のものである。1つの立方体の1辺の長さは1とする(結果全体の体積は8)。透視図は、視点位置により内部の立方体の配置が変わるが、今回内部の立方体の1辺の長さを1、外部の立方体の1辺の長さを2として展開図と体積を一致させる。本条件下で、まず立方体ベースの分割・遷移方法を、続いて4面体ベースの方法を紹介する。

(1) 立方体ベースの分割・遷移

図1の展開図の右端の立方体を除いた7つの立方体からなる立体をAとし、図2の透視図から内側の小立方体を除いた立体をBとする。立体A、Bにおいて、それぞれの中心を原点Oとし、Oから立方体

の辺に沿った xyz の 3 軸を取る。立体 A、B をそれぞれ xy 、 yz 、 zx の 3 平面で分割すると、8 つの等しいパーツ (図3の両端の立体) に分割される。それら同士は図3に示すように辺に設置した蝶番による変形が可能である。この分割・変形を利用することで、立体 A の右端に立方体を戻し蝶番を付けた展開図から透視図へ、蝶番のみを用いた図4に示す遷移が可能である。本遷移で、展開図の外表面は灰色だが、遷移後の透視図の外表面は黒色であり、全面が内外で入れ替わることが観察できる。3D プリンタを用いて製作した展開図を図5に示す。小立方体の 1 辺の長さは 2cm で、一部の面に直径 5mm の円柱状のネオジム磁石が埋め込まれ、接触する対面にはスチールシートが貼られている。さらに、面に多色のシートを貼った表現も可能であり、その詳細は文献[3]を参照されたい。

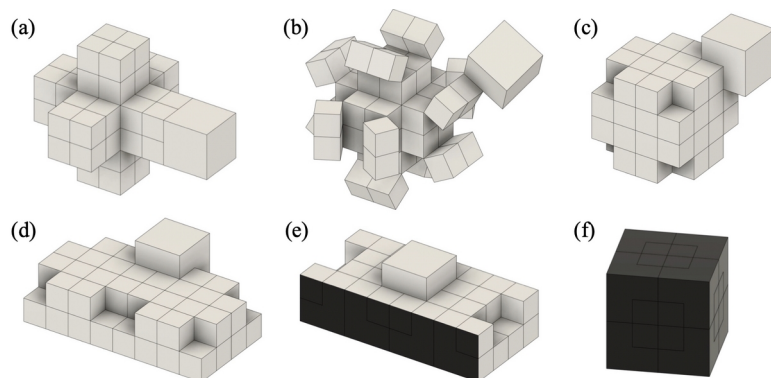


図4 展開図から透視図への遷移



図5 製作した展開図の実体物

(2) 4 面体ベースの分割・遷移

もう1つ、以下に示す 4 面体をベースとしても分割・遷移が可能であることを発見した。手法としては、展開図の立体 A から原点 O を通る切断により図6左の家型の立体を 6 つ作り、一方で透視図の立体 B から外面の正方形を底面とする図6右の 4 角錐台を 6 つ作る。図7左に示す家型立体上部の 4 角錐を 4 分割した図7右の 4 面体 A-BCH を α とする。家型立体は、下部の立方体と併せ、28 個の立体 α を蝶番で繋げ構成できる。この家型立体から、蝶番のみ用いた変形により図6右の 4 角錐台へ遷移し合うことができる。この変形を 6 個の家型立体に対して繰り返し、接続することで立体 B を作り、1 辺の長さ 1 の立方体を挿入すると展開図と透視図の間の遷移が完成する。詳細については[3]を参照されたい。

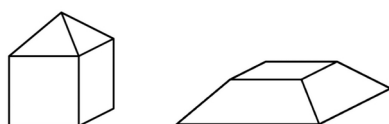
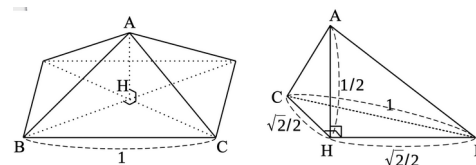


図6 (左)家型立体、(右)4角錐台

図7 (左)家型上部の 4 角錐、(右)4 面体 α

3. まとめ

4 次元超立方体の展開図と透視図の間の分割・遷移手法を 2 種類紹介した。発表時は、製作物を用いた演示も行う予定である。

参考文献

- [1] T.G. Abbott, Z. Abel, D. Charlton, E.D. Demaine, M.L. Demaine, S. Kominers, “Hinged Dissections Exist,” Proc. of 24th Annual Symposium on Computational Geometry (SCG’08), pp. 110–119, 2008.
- [2] M. Dehn, “Über den Rauminhalt. Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen,” Mathematisch-Physikalische Klasse, pp. 345–354, 1900. Later in Math. Ann. 55, pp. 465–478, 1902.
- [3] T. Otsuka, A. Matsuura, “Transformations between Developments and Perspectives of Three and Four Dimensional Cubes,” Proc. of 20th International Conference on Geometry and Graphics (ICGG 2022). LNDECT 146, pp. 197-208, 2022.

色合わせ回転式 3D ジグソーパズルの改良

永井真統¹、池上祐司²、山澤建二²、手嶋吉法¹

¹千葉工業大学工学部機械電子創成工学科、〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1

²理化学研究所、〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1

Improvement of a Color-Matching Rotating 3D Jigsaw Puzzle

Manato NAGAI¹, Yuji IKEGAMI², Kenji YAMAZAWA² and Yoshinori TESHIMA^{1*}

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

² RIKEN, 2-1 Hirosawa Wakou, Saitama 351-0198, Japan

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

Abstract: We Improved the color-matching rotating 3D jigsaw puzzle. Improved points are as follows. The color of the main body was changed from white to black, and the coloring on each face was changed to inserting colored parts. Two types of shapes for the center piece were prepared: a cube and a sphere. Protrusions or holes of different shapes were provided on all six faces of the cubic center piece. We also made several other design changes that have improved the puzzle's usability.

Keywords: 3D jigsaw puzzle, color-matching rotating puzzle, assembly, disassembly

1. はじめに

3D ジグソーパズルとは、一般的な 2D ジグソーパズルを 3 次元化したものである。当初の直線スライド方式(ほぞや溝の形状が直線状)[1]に加え、回転スライド方式(ほぞや溝の形状が円弧状)[2][3]を我々は開発してきた。

本稿では、色合わせ回転式 3D ジグソーパズル[4]の改良について報告する(図 1～図 8)。

2. 改良した点

第一に、本体の色を白から黒に変更した。6 色のカラーパーツを付けたパズルを分解した際に白い面と内側(本体)の白色が同じで見分けにくかった為、外側の 6 色とは違う色の黒色に変更した(図 2)。

第二に、カラーパーツ(図 3)による外側の色付けである。前回の発表の時はシールまたは油性ペンによる色付けであったが、新たにはめ込み式(図 4)のカラーパーツを作成し、はめ込むことで見た目も綺

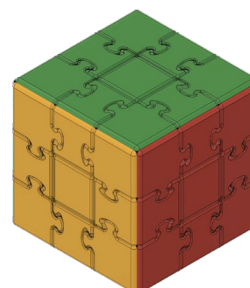


図1 3D-CAD で設計したデータ



図2 本体を黒色に変更し、白い面を見易くした



図3 カラーパーツ



図4 カラーパーツはめ込み部分(内側)

麗になり、手触りも良く、回しやすくなった。

第三に、中心ピースの形状変更である。今回は中心ピースの形状を立方体から球に変更したパズルと(図5)を開発した。また、立方体形状の中心ピースの6面に異なる凹凸形状を付与したパズル(図6)を開発した。

第四に、ほぞとくびれ無しの溝の大きさを変更した(図7)。改良前は、全てのほぞの大きさが等しかった為、正しい位置にあるのにも関わらず、ほぞがくびれ無しの溝に位置してしまい、回転操作中にガタつきが生じた。そこで、ほぞとくびれ無しの溝の長さを調整し、ガタつきを解消した。

第五に、全体的に角にR面取りを施した(図8)。これにより、安全性と操作性が向上した。

3. まとめ

前回発表した模型の問題点の修正を行なった。遊び方や基本的な操作方法是前回と同じである。27個のピースを組み立て一塊りの立方体にし、シャッフルしたあと、色合わせパズルとして遊ぶ。6面の色が揃ったら、27個のピースに分解可能となる(図9)。この様に本パズルは、色合わせパズルの特徴と3Dジグソーパズルの特徴を両方兼ね備えている。



図5 球形の中心ピースに

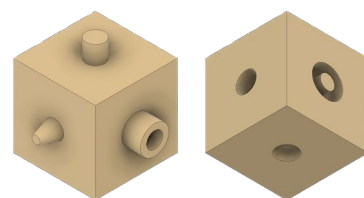


図6 各面に異なる凹凸形状を付与



図7 ほぞの長さの調整

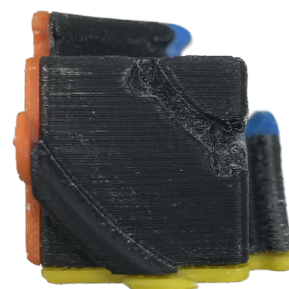


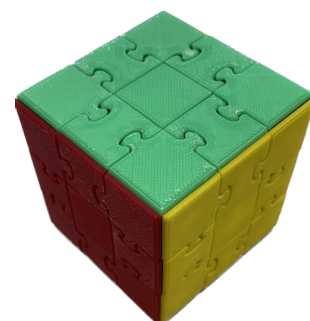
図8 R面取りを付与



27 個のピースに分解された様子



分解と結合の様子



一塊りの立方体に組み立てた様子

図9 パズルの遊び方

参考文献

- [1] 町屋ほか、「池上式 3D ジグソーパズルにおいて可能なほぞ形状の範囲」、形の科学シンポジウム講演予稿集、4-1(2020) pp.41-42.
- [2] 加藤ほか、「外形が立方体の回転式 3D ジグソーパズルの開発」、形の科学シンポジウム講演予稿集、6-1(2021) pp.1-2.
- [3] 大山ほか、「1 稜 3 分割の回転式 3D ジグソーパズルの開発」、形の科学シンポジウム講演予稿集、8-1(2023) pp.31-32.
- [4] 永井ほか、「色合わせ回転式 3D ジグソーパズルの開発」、形の科学シンポジウム講演予稿集、8-1(2023) pp.9-10.

3D パズルを用いた石灰藻 *Corallina berteroi* 形態の理解

北沢美帆^{1,*}, Safiye E. Sarper², 堀部和也¹

¹大阪大学, ²理研 BDR, *大阪大学全学教育推進機構, 〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-16
kitazawa.m.celas@osaka-u.ac.jp

3D puzzle for understanding algal body structure

Miho S. Kitazawa^{1,*}, Safiye E. Sarper², Kazuya Horibe¹

¹Osaka University, ²RIKEN BDR

*Center for Education in Liberal Arts and Sciences, Osaka University

1-16 Machikaneyama-cho, Toyonaka, Osaka 560-0043, Japan

Abstract: Many marine algae show morphological plasticity in response to environments and have a potential to be bioindicators of environmental changes. Especially, a red alga species *Corallina berteroi* (Corallinales) exhibits characteristics ideal for a bioindicator, such as world-wide distribution, easy access to its habitat, and hard calcified body that enable instant observation without any complicated fixation. On the other hand, low recognition hampers the practical application as a bioindicator. To increase the awareness and understanding on *C. berteroi* and its body structure, we developed a 3D model, which can be played as a puzzle. Using this model, it is expected the recognition of *C. berteroi* morphology would be increased.

Keywords: Morphology, Red algae, *Corallina*, Branching pattern, Bioindicator

海洋の多細胞藻類は多様な環境に応答して可塑性を示すことが多く、形と環境の関係を明らかにすることで環境の指標として活用できる可能性がある。中でも、紅藻サンゴモ目 *Corallina berteroi* は日本各地の潮間帯下部にふつうにみられ、石灰化する性質から形態の観察や測定が容易であるなど環境の指標として望ましい性質を多く持つ。一方で、知名度の低さが実用化にあたっての大きな課題の一つである。そこで我々は、3D プリンタを用いて模型を製作し、手に取って遊ぶことで一般市民が身近に感じたり、興味を持ったりできる展示の考案を目指すこととした。

Corallina 属の藻体は石灰化した節間部と柔軟な膝節の繰り返しで構成される。各膝節には複数の節間部が形成されることがあり、全体としては分岐構造となる。この時、各膝節の分岐の数や方向が全体の構造を決め、受光能力や水流への抵抗など生態的意義にもかかわると考えられる。

我々は高知県室戸市で採取した *C. berteroi* の三次元像を micro CT-scan で取得し、領域分割を行って節間部ごとの三次元形状を取得し、3D プリンタで出力した。さらに、膝節にあたる部位にマグネットを埋め込んで取り外しできるパズルとした (図 1)。これにより、節間の角度によって全体の構造が変化するという部分と全体の関係の直観的な理解が可能となり、光や波などの環境と形の関わりを考える手助けになることが期待される。

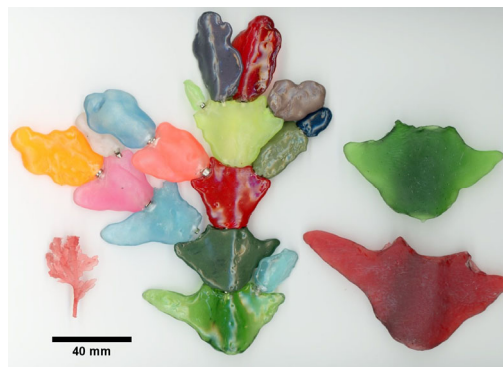


図 1. 製作した模型。左から 3 倍、20 倍、30 倍。3 倍は藻体全体を、20 倍及び 30 倍は節間部ごとに出力した。

よりリアルな有孔虫あみぐるみを目指して

吉岡 翼¹, 老月由美子²

¹ 富山市科学博物館, 富山市西中野町一丁目 8-31

yoshioka@tsm.toyama.toyama.jp

² 富山市科学博物館ボランティア

Towards More Realistic Forms of Foraminiferal Amigurumi

Tasuku YOSHIOKA¹ and Yumiko OIZUKI¹

¹ Toyama Science Museum, 1-8-31 Nishinakano-machi, Toyama, Japan

² Volunteer of Toyama Science Museum

Abstract: We made foraminiferal amigurumi, capturing their morphological features to make them look more realistic. For some larger foraminifera, it was even challenging to express that they were foraminiferans, but for extant planktonic foraminiferans, we were generally able to represent their morphology at the species level.

Keywords: foraminiferans, amigurumi, handicraft, museum education, outreach

有孔虫あみぐるみは手芸を通じて有孔虫の形を感覚的に理解し普及を図る手法として効果的であるが、正確な形態的特徴を捉えることはこれまであまり目指されてこなかった^[1,2]。そこで我々は、富山市科学博物館で開催したロビー展「ふわふわもこもこ 有孔虫あみぐるみ」(2022年10月22日～12月11日)にあわせ、形態をより正確に再現することを目指して有孔虫あみぐるみを製作した(図1)。SEM画像のほか、マイクロフォーカスX線CTによる3Dモデルなどを参考に、単なる球体の連結ではなく、内部の構造や口孔周辺の細かい形態、殻表の突起や質感も可能な限り反映した。また、あみぐるみ本来の愛玩的要素も失われることが無いよう気を付けた。

Nummulites (貨幣石)のような平板状の大型底生有孔虫のいくつかは、表面的特徴が捉えづらく有孔虫であることを表現することすら困難であったが、現生浮遊性有孔虫については概ね種レベルの形態差を表現できる程度に製作することができた。また、本取り組みを通じ、研究者などがスケッチを描いて生物の形態的特徴をつかんでいくように、立体造形においても造形物を製作する過程における観察がより細かい特徴の理解につながるものが身をもって経験できた。

文献

[1] 木元(2012) 有孔虫・円石藻あみぐるみをつくってみよう! *In* 微化石. 東海大学出版会, 334-337. [2] 木元 (2018) 有孔虫を体験するー立体造形によるかたちの啓発活動. 日本プランクトン学会報, 65(2):45-46.

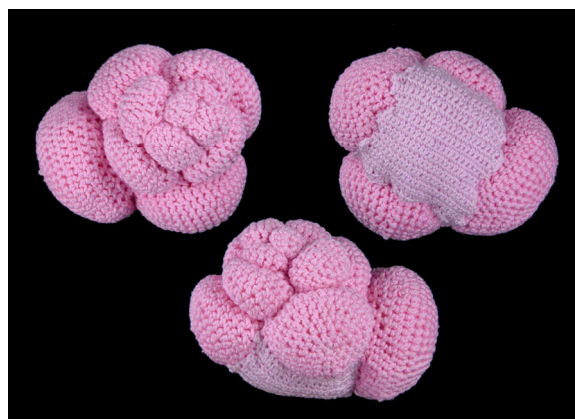


図1. 製作したあみぐるみの例
(*Globigerinita glutinata*)

キルヒ彗星の尾

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

The Tail of Comet Kirch

Takeshi Sugimoto

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

Keywords: Heliocentric View, Geocentric View, Egocentric View, Phase Angle, Altitude

[位置天文学により彗星の尾長を求める話]

近代天文学の黎明期から、英国の天文学者たちは、太陽中心の様相と、地上から見た様相との違いに口うるさかった。太陽系の運行は heliocentric coordinates で計算し、その結果を地球から見た geocentric coordinates に変換する。プラネタリウムの道理である。

さて本題は、1680 年の大彗星キルヒの尾長についてだ。Figure 1 に I. ニュートンの Principia(1687、初版)綴じ込みの彗星の放物軌道を示す。この図の視点は、heliocentric でも geocentric でもない、ニュートンの egocentric だ。地球の軌道も描いてあるので 1AU(天文単位)は見当がつく。すると、彗星の尾が長大であることに気づく。1 AU 弱だ。

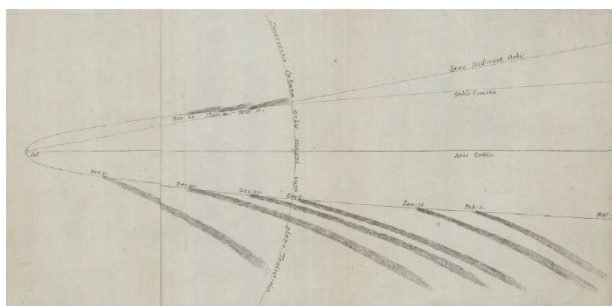


Fig.1 キルヒ彗星の軌道(Principia 附図)

では本題はどうする。オランダの博物画家 R. ファン・フィーンが残した観察記録を使う。地平線から天頂へ届かんばかりの尾の絵だ。月星も描かれている。絵の下にはキャプションがあって、1680 年 12 月 22 日 17 時 30 分の出来事と知れる。尾長は高度で 60° だ。

計算には、Stellarium23.2 を使う。見える化した結果を Fig.2 に示す。天体位置の計算結果から彗星の尾長を求める幾何学的関係が Fig.3 である。地球と彗星の heliocentric 位置から、地球・彗星間の距離を求める。0.743AU だ。これで、太陽(S)―彗星(C)―地球(T)からなる三角形が定まるので、位相角 ($\angle SCT$) を求める。 143.5° だ。これらの情報と彗星の尾長=高度 60° を使えば、尾長が決まる。0.684AU だ。ニュートンの描像と符合する。

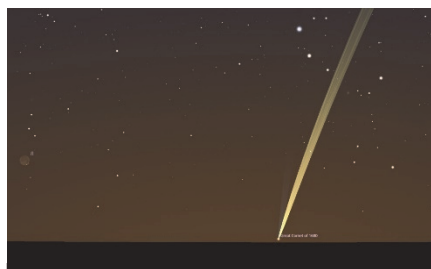


Fig.2 Stellarium23.2 出力(尾は推定)

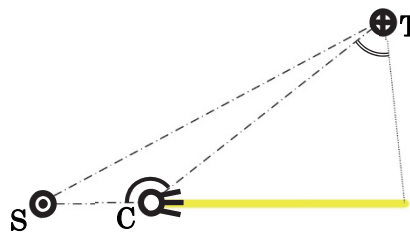


Fig.3 三天体と尾(黄色)の幾何学

追記) ファン・フィーンの絵は、著作権の関係で予稿には載せられなかった。

自分の力で放散虫化石を見つきたい！

～地層探しと自宅での標本作製～

板垣 礼子（いたがき れいこ）

新潟大学附属長岡小学校 6 年、新潟県長岡市学校町 1 丁目 1 番 1 号

e-mail:RECCHY@outlook.jp

Abstract:

放散虫化石を含んでいそうな地層を探し、標本作製に取り組んだ経過を報告します。

Keywords: 放散虫 地層 UV レジン液 光学顕微鏡 松岡篤先生

はじめに:

私は、新潟ジュニアドクター育成塾で、松岡篤先生の指導のもと、放散虫について研究をしています。放散虫は本来、海水中にいる動物性プランクトンですが、化石となって陸地にも存在することを知り、自分で見つけてみたいと思いました。まず、地層探しと自宅での標本作製に取り組んでみたので経過を報告します。

材料と方法:

地層探しと岩石採取

- ・放散虫化石を含んでいそうな地域を地質図 Navi や諸先生方からの情報などを参考に絞り込み、インターネット上で公開されている航空写真を用いて、道路から近いところに露出している地層を探しだし、親に連れて行ってもらう
- ・試料を採取する（地層のどの部位から採取したか分かるように記録する）

試料処理と標本作製

- ・試料をハンマーなどで細かく粉砕し、水を使ってほぐし、洗浄する
- ・プランクトンネットを用いて濾過し、固形物に少量の水を加えて試料とする
- ・温めたフライパンの上に洗浄したスライドガラスを置き、試料をシリンジで滴下し、水分を十分に蒸発させる
- ・試料が乾燥したら、スライドガラスをフライパンから下ろし、UV レジン液を泡が立たないように静かに滴下し、試料全体をレジン液で封入する
- ・市販の UV ライトでレジン液を十分に固化させて、標本の完成

結果と考察:

新潟県長岡市落水に露出している地層から砂層と泥層の試料を採取し、標本作製しました。この泥層からなんとか放散虫を 1 個発見できました（図 1）。また、この方法なら自宅でも標本作製できることが分かりました。

おわりに:

まだ放散虫を 1 個しか発見できていませんが、今後も地層探しと標本作製を繰り返し、自分の力でもっと放散虫を発見したいです。



図 1 見つけた放散虫
Spumellaria 目

生きている放散虫を捕まえる

－ 2 年目の挑戦－

板垣 成俊¹⁾

1) 新潟大学附属長岡中学校 2 年 板垣 成俊

〒新潟県長岡市学校町 1 丁目 1 番 1 号

e-mail: TOCCHY1010@outlook.jp

Abstract: In 2022, I found 21 living radiolarians in plankton samples. The number exceeded that in the previous year. Two of them recorded the longevity of 71 days.

Keywords: 放散虫 飼育 松岡篤先生 新潟ジュニアドクター育成塾

はじめに

2021 年、新潟ジュニアドクター育成塾として、松岡篤先生の指導のもとで放散虫の研究をした。自分で採取した海水から放散虫 3 個を発見し、その結果を第 91 回 形の科学会シンポジウムで発表した。うち 1 個は 90 日間飼育することに成功した。

2 年目の 2022 年シーズンは、放散虫をたくさん捕まえることを目標に海水採取と観察を続けた。その結果、1 年目より多くの放散虫を見つけることができたので報告する。

材料と方法

新潟県出雲崎町の海岸（採取場所固定、水深約 5m）からプランクトンネットを用いて日本海の海水を採取した。倒立顕微鏡を用いて採取した海水を自宅で観察した。発見した放散虫は冷蔵庫で保管・飼育し、連日観察した。また、同時に採取した海水を松岡先生にも送り、硫酸処理してスライド標本にさせていただき、こちらも観察した。

結果

2022 年のシーズン中、36 回海水採取に行き、合計 21 個の生きた放散虫を発見した。その内訳と飼育環境での生存日数は表のとおり。

表：分類群別の発見数と飼育環境での生存日数

分類群	発見数	生存日数
Spumellaria 目	6 個	71 日間（2 個）
Nassellaria 目	2 個	1 日間
Acantharia 目	9 個	2 日間
Taxopodia 目	4 個	生死不明

おわりに

今回、自分で採取したプランクトン試料から合計 21 個の放散虫を見つけることができた。昨年よりたくさん捕まえることができ、Taxopodia 目も初めて捕まえることができたのでとても嬉しかった。昨年同様、捕まえた放散虫の飼育観察にも挑戦し、Spumellaria 目の 2 個はいずれも 71 日間の生存を確認することができた。

今後も研究を続け、とても不思議でかわいい放散虫の生態をもっと知りたいと思う。

最後に、ご指導くださった松岡先生、本当にありがとうございました。

新潟県糸魚川市能生の弁天岩周辺の表層海水から得た放散虫

諏佐 和香(すさ わか)

新潟大学附属長岡中学校

新潟県長岡市学校町 1-1-1

nct245387@nct9.ne.jp

Abstract: 新潟県糸魚川市能生の弁天岩周辺の海水にどのような放散虫がいるかを観察しました。新潟大学理学部にて松岡先生とアシスタント瀧川さんの指導の下、観察用のプレパラート作成に挑戦しました。観察の結果、放散虫を発見したので報告します。

Keywords: 放散虫、弁天岩、顕微鏡、プレパラート、形

はじめに

私は、新潟大学 サイエンスキャンパス新潟にて「放散虫と糸魚川の大地と日本海の成り立ち」について研究を始めました。今回は、新潟県糸魚川市能生の弁天岩周辺の海水を手作りのプランクトンネットで採取しプレパラートを作成し観察しました。その結果について報告します。

研究の方法

海水の採取の仕方:手作りのプランクトンネットで海水を採取しました。採取の方法は、垂直引きで行います。海底にプランクトンネットが接触しないように気をつけました。

プランクトンネットを5回引き上げるとペットボトル1本分になりました。それを6回繰り返します。ペットボトル6本の海水を採取しました。

新潟大学理学部の研究室で観察用のプレパラートを作成しました。事前にアシスタントの瀧川さんがプランクトンを含む海水を硫酸で処理した不溶残渣をピペットでプレパラートに平らになるようにたらしめます。ホットプレートで水を蒸発させます。封入材をその上にたらしカバーガラスでふたをします。自宅では硫酸で処理した不溶残渣を持ち帰り、封入材の代わりにレジンを使用したカバーガラスなしのプレパラート作成に挑戦しました。

観察の結果と反省

プランクトンネットの引き方では、同じ引き方をすることを意識することが大事であることを知りました。プランクトンの観察では、主に瀧川さんから作成していただいたプレパラートを観察しました。観察では、放散虫がいたことに感激しました。9月、10月に採取した海水から放散虫が多く発見されました。なぜなのかを調べたいです。プレパラートの作成では蒸発の加減を見極めるのが難しかったです。また、カバーガラスを付ける場合空気を入れないようにすることが大変でした。



図 1. 20221023-5
弁天岩 プレパラート

平面・球面・空間におけるボロノイ調節法再考 (III)

種村 正美^{*1}

¹ 統計数理研究所・名誉教授, 〒190-8562 東京都立川市緑町 10-3

^{*}tanemura@ism.ac.jp

Reconsidering Voronoi Adjustment Methods in the Plane, on the Sphere and in the Space (III)

Masaharu Tanemura¹

¹Prof. Emer. The Institute of Statistical Mathematics, 10-3 Midori-cho,
Tachikawa, Tokyo 190-8562, Japan

Abstract: Voronoi adjustment methods have been successfully applied to many phenomena by the present author. In this series of lectures, the details of the methods themselves are reconsidered and in the final lecture, we consider the Voronoi adjustment method on the sphere.

Keywords : Spherical Voronoi polygon, Settlement of territories, Center of gravity method, Lexell's circle, Vertex mean method.

1 はじめに

我々はこれまでに「ボロノイ調節法」の再検討を行って、平面および空間におけるいくつかの手法を比較の結果、平面では「面積重心法」、空間では「体積重心法」がそれぞれ最適の配置を生成するのに強力であることを発表してきた [3], [4]. 今回は三回目で一連の最後の発表として、球面における「ボロノイ調節法」の再検討を行い、最強の手法を提示する.

2 球面における三つのボロノイ調節法

原点を中心とし半径 1 の単位球面 S を考える. いま S 上に N 個の個体 (以下「粒子」と呼ぶ) が存在し, それらの座標を $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ とする. そのとき, S を粒子たちのボロノイ領域で分割する. ここで, ある粒子 x_i のボロノイ領域を $\text{Vor}(x_i)$ で表す. さて, 動物のなわばり形成のモデルとして, ある一時的な配置から上記の互いに距離を保つ配置に達するまでの過程を各個体がボロノイ多角形の重心に動いて, より安定な位置を占めるという操作を繰り返して最終の安定配置に達するという「ボロノイ調節法」が考案された [1]. これを球面の場合に拡張する. 時刻 t に対する各粒子座標を $x_i(t)$ とし, その時刻のボロノイ多角形 $\text{Vor}(x_i(t))$ の頂点座標を $y_i^k(t)$ (ただし $k = 1, \dots, p_i(t)$ で $p_i(t)$ は頂点数) とするとき, 次の時刻 $t+1$ の座標 $x_i(t+1)$ を $x_i(t+1) = (1/p_i(t)) \sum_{k=1}^{p_i(t)} y_i^k(t)$ と定める. この操作をある初期配置から出発して, 安定配置になるまで繰り返す. これを球面における「頂点平均法 (vertex mean 法)」と名付ける. 図 1 はランダム配置の球面ボロノイ分割の例である ($N = 200$). 図 2 は図 1 を初期配置として頂点平均法で得られた実験結果である (停止時間 $T = 500$). 図 2 は最適配置として不十分に感じられたので, 改良法として「Lexell の円」を用いる方法を 25 年前に導入した [2]. これを「Lexell's Circle 法」と呼ぶ (詳細は講演で説明する). 図 3 がこの二番目の方法の実例である (図 1 を初期配置とし, $T = 500$ としている). そして, 今回初めて提出する第三の方法が球面上の「面積重心法 (center of gravity 法)」である. 図 4 にこの方法の実験結果の例を与える (図 2, 3 と同様, 図 1 を初期配置としている).

3 三つのボロノイ調節法の比較

上に提示した二つの方法と、今回新たに提出した「面積重心法」との比較をボロノイ多角形の辺数分布と面積分布によって行った。粒子数 $N = 2000, 1000$ および 500 に対して、すべて停止時間 $T = 1000$ で計算機実験を行い、独立な試行回数 n_s としてそれぞれの粒子数に対して $n_s = 5, 10, 20$ と定めた。その結果、例えば $N = 500$ に対する面積分布の標準偏差（平均面積を 1 に固定） σ_a が「面積重心法」, 「Lexell's Circle 法」, 「頂点平均法」の順に $\sigma_a = 0.04411, 0.05560, 0.21890$ となった。他の粒子数についても類似の結果である。このことは球面においても今回提出した「面積重心法」が最良であることを示していて、長年 Lexell's Circles 法を使ってきた筆者には驚きである。詳細については講演で述べる。

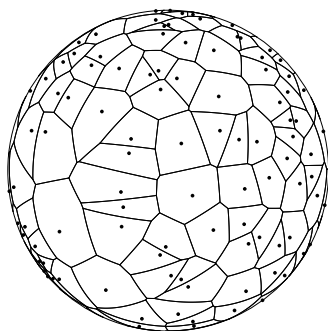


図 1: ランダム配置の球面ボロノイ分割.

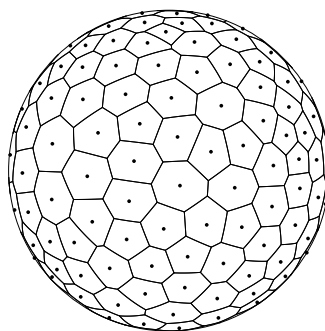


図 2: 頂点平均法.

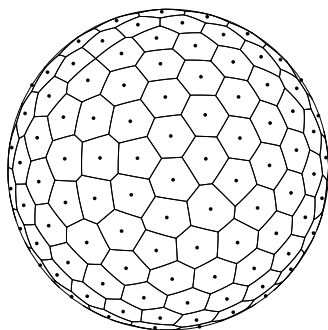


図 3: Lexell's Circle 法.

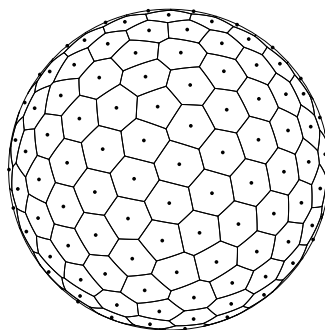


図 4: 面積重心法.

参考文献

- [1] Hasegawa, M. and Tanemura, M. (1976). On the pattern of space division by territories. *Ann. Inst. Statist. Math.*, **28B**, 509–519.
- [2] 種村 正美 (1998). 球面上の最適配置の問題. *統計数理* Vol.46, pp.359–381.
- [3] 種村 正美 (2021). 平面・球面・空間におけるボロノイ調節法再考. **第 90 回形の科学 Online シンポジウム**. 2021 年 6 月 12 日.
- [4] 種村 正美 (2022). 平面・球面・空間におけるボロノイ調節法再考 (II). **第 93 回形の科学シンポジウム (Online 発表)**. 福井大学. 2022 年 11 月 19 日.

生成 AI を用いた画像生成の可能性

¹ 吉田達成 ² 高田宗樹 ² 平田隆幸

¹ 福井大学工学部 機械・システム工学科ロボティクスコース 〒910-8507 福井市文京 3-9-1

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 福井市文京 3-9-1

¹E-mail : ha191511@u-fukui.ac.jp

The potential of image generation using generative AI

¹Tassei Yoshida, ²Hiroki Takada and ²Takayuki Hirata

¹Department of Mechanical and System Engineering, School of Engineering, University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui, Fukui 910-8507, Japan

²Department of Human and Artificial Intelligence, Graduate School of Engineering, University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui, Fukui 910-8507, Japan

Abstract: Generative AI has become increasingly popular since the free release of 'ChatGPT' on November 30, 2022, AI technologies that automatically generate images are emerging one after another, attracting a lot of attention. Possibility of these image-generating technologies is discussed. The generative AI can produce images that look as if they were drawn by professional artists or illustrators. With the aim of exploring the potential of image-generating AI that can create intricate and beautiful images with a single command, we compare various mages generated by different prompt commands.

Keywords: generative AI, generated images, potential of image-generating AI, ChatGPT,

1. はじめに

2022 年 11 月 30 日に「ChatGPT」が無料公開されたことを皮切りに、生成 AI の使用が大きな流行となってきた。文章作成だけでなく、画像を自動で生成する AI も次々に登場し注目を浴びている。これらの AI による画像生成技術を駆使することで、まるでプロが描いたかのような画像を描き出すことが可能となった^[1]。コマンドプロンプトに入力して、精巧な画像を描くことができる画像生成 AI の可能性を探り、種々の画像を生成し比較検討することにより画像生成 AI の可能性を調べた。

2. 生成 AI を用いた画像生成

「Midjourney」という AI 画像生成サービスを用いて実験を行った。Midjourney とは、Discord (ディスコード) を通じてテキストを入力すると、そのキーワードや文章に適したイラストや画像を生成してくれるサービスである。実験では、様々なプロンプト入力を試みて、それぞれに対する生成結果を比較した。

実験の手順は、①：1 単語のみの簡単なプロンプトを日本語と英語で行う。②：①に条件をい

くつか加えたプロンプトを日本語と英語で行う。以上2つの観点から、画像生成AIの実験を行った。また、英語でのプロンプトは、ChatGPT4を用いて日本語の文章を英訳して行った。

3. 結果

以下に生成した画像を示す。生成画像の詳細な説明や考察は、講演で報告する。

① 1単語(犬、dog)でプロンプト入力



Fig. 1 入力「犬」の生成例



Fig. 2 入力「dog」の生成例

②条件を加えてプロンプト入力

【日本語】犬、柴犬、親子、子犬は3匹、日本の江戸時代を思わせる背景

【英語】Dogs, Shiba Inu, parent and child, three puppies, a background reminiscent of Japan's Edo period.



Fig. 3 日本語でのプロンプト結果



Fig. 4 英語でのプロンプト結果

【参考文献】

[1]WANI BOOKS News Crunch クリエーターの仕事奪う「画像生成AI」とは何か？

<https://wanibooks-newscrunch.com/articles/-/4555>

4次元の時計

宮崎興二 (京都大学名誉教授, 工博)

Four-Dimensional Clock

Koji MIYAZAKI (Prof. Emeritus, Kyoto University, Dr. Eng.)

miyazakii jok@gmail.com

(CG: 石井源久, Motonaga ISHII, Bandai Namco Research Inc., Ph.D)

Abstract: This paper describes a 4-dimensional spherical clock as a 4-dimensional version of the familiar 3-dimensional circular clock. While the 3-clock measures the passage of time relative to the circular rotation of the Earth, the 4-clock also tracks the passage of days following the Earth's revolution around the Sun, which can be approximated as forming a torus. Therefore, a torus-shaped 4-clock (**Fig.1**) is constructed first and subsequently shrunk to a sphere (**Fig.2**). Each of these clocks has 3 hands for days, hours, and minutes, so that the rotations of them describe rose-shaped planar curves which spread according to 2 coordinate axes. This shows that the passage of time in 4-space may be depicted by 2 lines on a plane, as opposed to the 1-dimensional line from 3-space.

Keywords: 4-space, clock, time, sphere, torus

(注) 以下では図解の便宜上、 a 、 b 、 c を任意の自然数として、1年を a 日、1日を b 時間、1時間を c 分とし、場合に応じて a 、 b 、 c を変える。また幾何学上、平面は交差2直線で決定されるため、平面状の3次元時計は時針と分針の2直線で構成されるとして秒針は除外する。

1. トーラス形時計 Torus-shaped 4-clock

本稿では、地球の自転に関する伝統的な円形の3次元時計の幾何学的な拡張によって、太陽のまわりの地球の公転に関する4次元時計を構成する。つまり時針と分針で1日の時間を刻む円盤状の3次元時計を、月日の経過を示す日針に従ってトーラス形に回転させ、1年間にわたる各月日の時間を知る。それを形にすれば、**Fig.1 左端**に平面図を示すように、貫通孔1個のトーラス形4次元時計となる。表面は回転する3次元時計の外周としての経円と各経円上の時刻点の軌跡としての緯円で作られた格子で覆われ、各格子点には緯円上と経円上の通し番号 p と q を示す時計数字が $p:q$ として添付される。その時計数字をたどりながら、日針と3次元時計が、**同図中央**のように回転する。**同図右端**は各針先がトーラス面上に描く軌跡の平面図と立面図で、平面図は周回数と同じ枚数の花卉を見せる。日針、時針、分針では、1(円)、 ab 、 abc 枚となる。

2. 球形4次元時計 Spherical 4-clock

トーラス形の場合、貫通孔に近い部分と遠い部分の間で時間経過の均一性が崩れる。それを防ぐため、3次元時計の中心が1点に集中するように全体を収縮させて、**Fig.2 左端**に平面図と立面図を示す球形にする。格子線や格子点はトーラス形のものが一部重複しながら移っている。内部では、日針と3次元時計が、**同図中央**のように回転する。各針先は、周回数に応じて**同図右端**のような軌跡を描くが、平面図(上)には、 n を周回数として式 $r=\sin(n\theta)$ で表される正葉線(バラ曲線)が現れている。花卉数は、 n が奇数の場合はトーラス形と同じであるが、偶数の場合は2倍となり、日針、時針、分針については1(円)、 ab 、 abc 枚となる。実際上の $a=365$ 、 $b=24$ 、 $c=60$ の場合は、この花卉で、平面図の円がほとんど完全に埋め尽くされることになる。

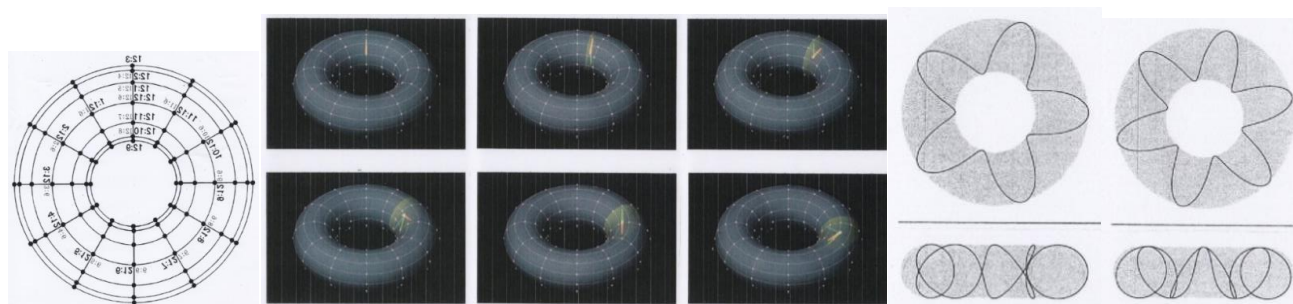


Fig.1 トーラス形 4次元時計。左端は $a=b=c=12$ の場合の平面図、中央は $a=3$ 、 $b=4$ 、 $c=3$ の場合の動画の一部、右端は5あるいは6回転する針先の軌跡の平面図（上）と立面図（下）。

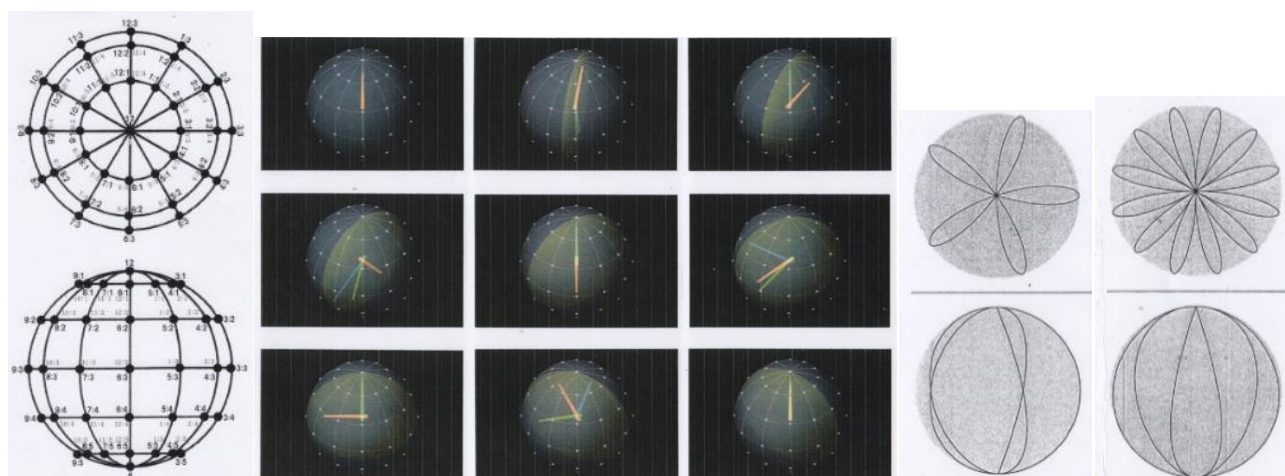


Fig.2 球形 4次元時計。左端は $a=b=c=12$ の場合の平面図（上）と立面図（下）、中央は $a=3$ 、 $b=4$ 、 $c=3$ の場合の動画の一部、右端は5あるいは6回転する針先の軌跡の平面図（上）と立面図（下）。

3. 結論

トーラス形と球形の4次元時計のうち、伝統的な円形の3次元時計の拡張となる球形の場合については、たとえば次のような特徴がある。

- ① 3次元時計は地球の自転を見せ、4次元時計は太陽のまわりの地球の公転を見せる。さらに太陽や銀河系の動きなどを参考にすれば5次元以上の時計も考えられるが、3次元空間内で実作可能なのは3次元球体となっている4次元時計までに限られる。
- ② 3次元時計で見る3次元の時間は、1次元円周上いいかえれば直線上の座標軸に沿う1方向に進むが、4次元の時間は、2次元球面上いいかえれば平面上の座標軸に沿う2方向に進む。実際に、朝昼晩に沿って直線状に進む1日は、年間では春夏秋冬という別の直線に沿って進む。
- ③ 日針は、1年の月日を示すが、その日針で、地球上各地の位置を経円と緯円で指定するとすれば、その地の3次元時刻を示すことができる。つまり地球上を旅する場合、4次元時計を持てば時間調整は不要となる。
- ④ 4次元以上の超球形アナログ時計は、円盤状の3次元時計に3本以上の針をつけ足したり、数字を行列で並べることによってデジタル風の時計に置き換えることができる。

参考文献

- 宮崎興二、石井源久、山口哲『高次元図形サイエンス』京都大学学術出版会、2005
 宮崎興二『4次元図形百科』丸善出版、2020

宇宙プランクトングループによる研究と普及活動の歩み

松岡 篤¹, 木元克典², 岸本直子³, 吉野 隆⁴, 吉岡 翼⁵

1) 新潟大学, 2) (独) 海洋研究開発機構, 3) 関西学院大学,

4) 東洋大学, 5) 富山市科学博物館

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

Progress in research and outreach activities by Space-Plankton Group

A. Matsuoka¹, K. Kimoto², N. Kishimoto³, T. Yoshino⁴, T. Yoshioka⁵

1) Niigata Univ., 2) JAMSTEC, 3) Kwansei Gakuin Univ., 4) Toyo Univ., 5) Toyama Science Museum

Abstract: The Space-Plankton Group is the most active unit in the Institute of Science on Form in Niigata University. X-ray micro-CT and 3D printing technologies are key components for our collaboration. Our activities including planetarium are introduced.

Keywords: radiolaria, planktonic foraminifera, shell morphology, X-ray micro CT, planetarium

はじめに

新潟大学に自然科学系附置コア・ステーション「形の科学研究センター」を設置したのは、2009年4月である。コア・ステーション制度は、既存の組織にとらわれず、高度な大学教育プログラムの開発や卓越した研究拠点の形成を目指して行う教育・研究活動を、申請に基づき新潟大学長が認定するものである。「形の科学研究センター」の中核をなすのが宇宙プランクトングループである。当グループの誕生から現在にいたる歩みについて紹介する。とくに、プラネタリウムとの関連に焦点を当てる。

グループ誕生までのいきさつと活動

グループメンバーの出会いにとって重要な出来事は、2004年11月に沖縄で実施された第58回形の科学シンポジウム(代表世話人:松岡 篤)である。このシンポジウムでは、「海洋生物と形の科学」というテーマのもとに、生きている放散虫や有孔虫を観察するワークショップが開催された。このような活動が異分野交流の起点となっている。

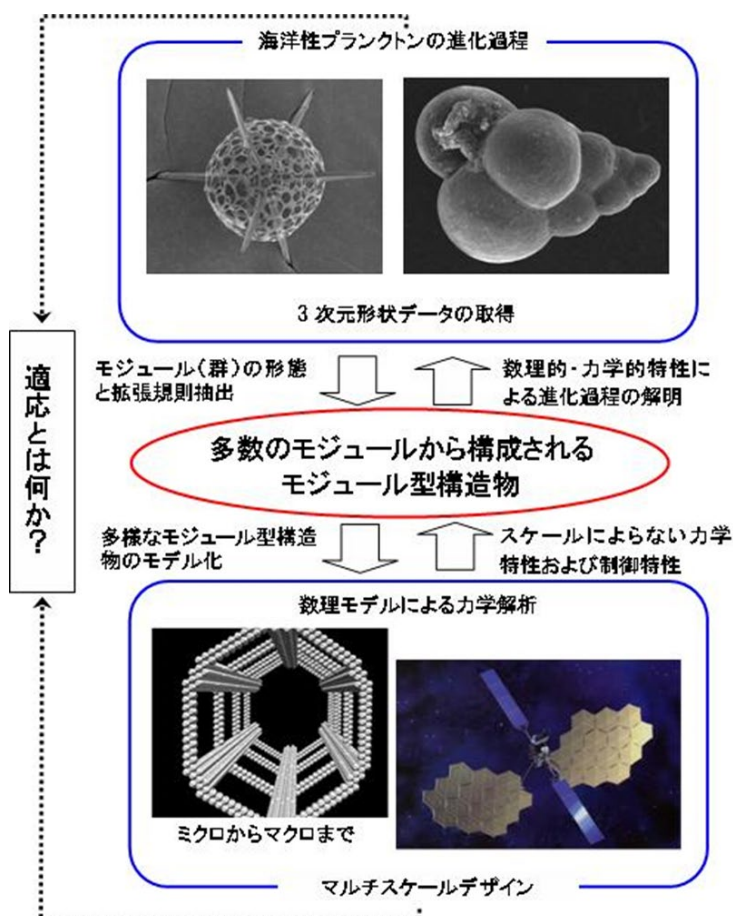


図1 「マルチスケールデザイン学」のコンセプト。

2009年4月に新潟大学に「形の科学研究センター」が設置されたのと同時に、新学術領域研究（研究課題提案型）による「マルチスケールデザイン学の構築：有殻原生生物の進化解明から宇宙構造物の設計まで」（代表：岸本直子）（図1）がスタートし、X線マイクロCT装置と3Dプリンターが主要設備として導入された。この異分野融合型の共同研究（2009–2011）の結果、浮遊性有孔虫ならびに放散虫についての研究成果が論文として公表された（それぞれ[1]および[2]など）。研究成果の一部は、宇宙プランクトングループを著者として、和文でも紹介されている[3]。新学術領域研究の終了後も、形の科学に関連した研究成果が次々に公表されている（例えば[4]）。また、3Dプリンターで出力した微小プランクトンの拡大模型は、教育・普及活用に大いに活用されている。

X線マイクロCT技術とプラネタリウム

放散虫や有孔虫の殻をX線マイクロCTにより測定し、得られた3Dデータをプラネタリウムで活用しようという試みは、富山市科学博物館で始まった[5]。「キラキラくるくる放散虫プラネタリウム」と題した最初のイベント（担当：松岡 篤）が、コロナ禍の制約のあるなか、2020年9月に同館で実施された。このイベントでは、放散虫の殻がドーム状の天井に映し出され、文字通り宇宙プランクトンとなった。その後も、2021年11月（担当：岸本直子）と2022年5月（担当：木元克典）に、放散虫や浮遊性有孔虫の殻をプラネタリウムのドームに映し出すイベントが継続的に行われている。2023年10月15日に実施されるスペシャルプラネタリウム「ヘッケルとプラネタリウムの100年」（担当：松岡 篤）は、シリーズ4年目のイベントに相当する。

おわりに

形の科学シンポジウムの会場としてプラネタリウムを使用するのは初めての試みである。プラネタリウム誕生から100年目を迎え、プラネタリウムの新たな可能性を拓く活動を続けていきたい。講演ではプラネタリウムを使って、放散虫や浮遊性有孔虫の殻についての紹介も含める。

文献

- [1] Yoshino, T., Kimoto, K., Kishimoto, N., Matsuoka, A., Kurihara, T., Ishida, N., Matsuura, S., A simple mathematical model for chamber arrangement of planktic foraminifera. *Forma*, 24(3), 87–92, 2009.
- [2] Matsuoka, A., Yoshino, T., Kishimoto, N., Ishida, N., Kurihara, T., Kimoto, K., Matsuura, S., 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.
- [3] 宇宙プランクトングループ, 5.5 宇宙プランクトン研究. 谷村好洋・辻 彰洋（編著）, 微化石 顕微鏡で見るプランクトン化石の世界, 東海大学出版会, 276–281, 2012.
- [4] Yoshino, T., Matsuoka, A., Kishimoto, N., Origami Reconstruction of the Cortical Shell Structures of Radiolarian genus *Pantanellium* from Planar Graphs. *Revue de Micropaléontologie*, 67, 100423–100423, 2020.
- [5] 吉岡 翼・竹中萌美, デジタルプラネタリウムを活用した非天文領域のサイエンスコミュニケーション. 日本サイエンスコミュニケーション協会誌, 11(1), 32–33, 2021.

浮遊性有孔虫にあらたに付与される「和名」と「かたち」

木元克典・高木悠花・浮遊性有孔虫和名検討 WG

国立研究開発法人海洋研究開発機構

〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

kimopy@jamstec.go.jp

千葉大学理学研究院地球科学研究部門

〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33

htakagi@chiba-u.jp

The form of planktic foraminifers and new Japanese names

Katsunori Kimoto, Haruka Takagi, WG members of Japanese name of
planktic foraminifers

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

2-15, Natsushima-cho, Yokosuka, Kanagawa 237-0061 JAPAN.

Dept. of Earth Science, Graduate School of Science

1-33, Yayoi-cho, Inage-Ku, Chiba-shi, Chiba 263-8522, JAPAN.

Abstract: The Japanese name (Wamei) given to the planktic foraminifera, a shelled marine protist, has not been widely used by researchers and the general public. Here we introduce that we have assigned new Japanese names to 24 genera in order to popularize the names of modern planktonic foraminifera. This work will be published as part of an illustrated book on marine plankton by the end of 2024.

Keywords: Planktic foraminifer, Japanese names, Morphology

はじめに

有孔虫は海洋に分布する全長 0.1mm～数 cm 程度の原生生物である。5 億年以上前に地球上に誕生し、長い年月をかけ少しずつ形を変えて、現在も世界の海洋に生息している。そのライフスタイルによって浮遊生活を営む浮遊性有孔虫と、底生生活を営む底生有孔虫に大きく分けられる。有孔虫がつくる頑丈な炭酸カルシウムの殻は、海底堆積物中によく保存され、その生息した時代と形態的進化系列が多く種の種について明らかとなっている。

この「有孔虫」という名称の由来は、ラテン語の "Foraminifera" (Foramen (孔) と ferre (持つ)) である。有孔虫は、細胞質が出入りするための特徴的な "孔" をもつため、それが語源となっている。ところがこの和名である「有孔虫」の名づけ親はいったい誰であるのかについては、はっきりとした文献が現存しておらず、よくわかっていない。

浮遊性有孔虫の和名の歴史

東京帝国大学農科大学（東京帝国大学農学部）の教授で進化論を最初に日本にもたらしたことで知られる石川千代松（1860 年～1935 年）が 1890 年に著した「夜光蟲ノ話」（動物学雑誌第廿貳號）では、夜光虫について「…裸體ナル有孔蟲或ハ根足蟲ノ一ナリと云ヒ」と、すでに有孔蟲という名称を使用していた。また同時期に東京帝国大学理科大学の教授

であった箕作佳吉 (1858 年～1909 年) が 1895 年に著した「通俗 動物新論」では、複数の有孔虫の殻形態のスケッチとともに「有孔類」との紹介がある。「蟲」はかつて生物全体を意味する用語として用いられた経緯があり、ラテン語そのままに、「孔 (あな) が有る生物 (蟲)」と表記したことは至極自然なことであったといえよう。

世界の海に現存する浮遊性有孔虫は全部で 24 属 (約 50 種) である。有孔虫の種名は、表現型である外形 (殻) の形態の差異に基づき光学的に記載が行われ、種名が付与されることが国際的なルールであることは現在でも同じである。しかし動物学の基礎を海外から輸入した当時の日本において、顕微鏡サイズのマイクロ生物に対して和名を付与することについては、それほど熱心ではなかったようである。有孔虫については、「日本動物図鑑」(内田清之助ら編、1947 年) において、北海道大学の羽田良禾によって浮遊性有孔虫 1 種について初めて「たまうきがひ (玉浮貝)」の和名が付与されている。その 10 年後の「改訂増補日本動物図鑑」(1958 年) では、同著者により「はりうきがひ (玻璃浮貝)」「すずうきがひ (鈴浮貝)」「ひらまきうきがひ (平巻浮貝)」などといった和名が合計 10 種について付与されているのみである。当時の我が国の自然科学は黎明期にあり、海外の研究レベルに比肩することに邁進した時期であったため、国際動物命名規約に基づかず、かつ日本国内のみでしか流通しない和名は不要、と考える当該学界の主流が根底にあったとされる。このため長い期間、有孔虫については和名の付与・変更が行われず、また必要とされることもなかったのである。

新たな和名付与への取り組み

近年、政府主導による日本語教育の充実化、積極的な普及啓発が奨励され、自然科学の広い分野において和名に関する機運がこれまで以上に高まっている。折しも日本プランクトン学会を中心とした有志により、日本海産プランクトンについて最新の図鑑を発刊することとなった。この制作にあたり編集者より、可能な限りプランクトンに和名を付与するという、大きな命題が課された。そこで、浮遊性有孔虫の名前を研究者のみならず、広く一般にも普及させるために、新しい和名を与えるというプロジェクトが発足することとなった。本プロジェクトでは、有孔虫の現役研究者 10 名によるワーキンググループと、周辺分野のアドバイザーボードからなる組織を立ち上げ、自由に意見を述べる環境を整えた。コロナ禍でもあり、議論は終始オンラインおよび電子メール上で行われた。これにはチームコミュニケーションツールである Slack (Slack Technologies, LLC, USA) が議論に大いに威力を発揮した。具体的な和名の付与にあたり、1) 最新の分類基準に準拠し、そのシステマティクスを和名にも反映すること、2) 浮遊性有孔虫の形態からイメージできる名称とすること、そして 3) 過去の研究者が付与した和名のイメージを最大限に尊重し、なるべくそのイメージを生かした呼称を採用することを念頭に置いた。その結果、現存する浮遊性有孔虫の、属を代表する 24 種について、新称を命名することができた。

本講演では、マイクロ X 線 CT でスキャンした浮遊性有孔虫の 3D イメージをプラネタリウムのドームに投影しつつ、そのユニークなカタチと新しい和名について紹介する。

文献：石川千代松「夜光蟲ノ話」動物学雑誌，第廿貳號，明治 23 年，日本動物學會。

箕作佳吉「通俗 動物新論」明治 28 年 (1895 年)，敬業社，

内田清之助ら，「日本動物図鑑」，1947 年，北隆館。

内田清之助ら「改訂増補日本動物図鑑」，1958 年，北隆館。

放散虫骨格の力学解析

岸本直子

関西学院大学,

kishimoto.naoko@kwansei.ac.jp

Mechanical Analysis on Radiolarian Skeleton Structures

Naoko Kishimoto

Kwansei Gakuin Univ.

Abstract: In this paper, the natural frequency, a measure of the stiffness of the entire structure, is used to evaluate the structural mechanical properties of the radiolarian skeleton. Optimality as structural mechanics may not be the optimality that living organisms strive for, but it is considered a necessary requirement for a skeleton to be a real structure.

Keywords: radiolaria, planktonic foraminifera, mechanical optimization, X-ray micro CT

はじめに

宇宙構造物は、重力や空気力から解放され、機能や力学的合理性に重点をおいた自由なデザインが可能となる一方、軽量化やモジュール化、自律性などが要求される。宇宙空間に特有の高真空・微小重力環境に対しては、前者はある程度再現した試験が可能であるが、後者は時間的空間的に十分な状態を再現した試験が原理的に不可能で、どのような構造物システムが微小重量環境下で最適かを実際に確かめることが難しい。一方、水中で浮遊して生息する放散虫は、浮力によって疑似的に微小重力とみなせる環境下で実現している構造物であり、5 億年以上にわたって環境変化に適応しながら進化し続けている。特にその骨格が化石に残るだけでなく、現生種を分析して遺伝情報や生態情報を直接得ることもできる。

著者らは、古生物学者、数理科学者、宇宙工学者が参加して取り組んできた真に学際的な研究プロジェクトである「宇宙プランクトンプロジェクト」を立ち上げ、微小重力環境下での合理的なかたちを有する人工構造物を設計するため、有殻原生生物骨格の複雑かつ多様なかたちの定量評価を進めてきた^{1), 2)}。

特定の境界条件を設定した放散虫骨格の力学解析

放散虫骨格の構造力学特性に関しては、形態進化の方向が明確な中生代 *Mirifusus* 属の骨格構造（図1）に対して、周期境界条件を適用したユニット構造モデルに圧縮やせん断といった荷重条件を設定して変形量を評価し、進化の方向と構造最適化の方向が部分的に一致することを確認した³⁾。我々のプロジェクトでは、マイクロ X 線 CT で骨格の3次元形状を取得しており、取得した骨格形状を直接解析できる。そこで、得られた形

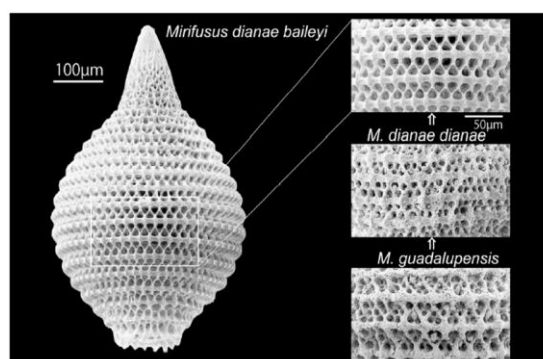


図1 中生代 *Mirifusus* 属の骨格

状データからボクセル有限要素モデルを構築し、浮遊状態を模擬した自由 - 自由境界で熱によって一様圧縮や全体曲げなどの境界条件を設定し、応力集中が生じにくい一様応力に近い形態であることが明らかになった⁴⁾。さらに、ある空間に一様圧縮などの境界条件を設定し、体積一定の条件下で位相最適化を実施すると、桁構造やスポークなど放散虫骨格によくみられる構造要素が創出されることも確認した⁵⁾。しかし、実際の構造物では、全体形状や、全体形状に対するユニット要素構造の大きさが重要であると考えられ、また、最適化に際してどのような境界条件を設定するかを決めるのは難しい。

自由 - 自由境界における固有振動数での比較

そこで、構造全体の剛性を評価する使用として固有振動数を取り上げ、浮遊状態を模した自由 - 自由境界において質量一定の条件のもと固有振動数での評価を試みた。全体形状として単純な球状フレーム構造を対象とし、骨格の総体積が一定値の制約のもと固有振動数を比較した。フレームの格子パターンには、文献【3】で取り上げた3つのパターン (Type1～3, Type0は参照となる立方格子) を設定し、横方向の分割数を一定として縦方向の分割数を変化させたときの固有振動数

(1次モード) を図2に示す。分割数を増やすと固有振動数は減少し球殻シェルの固有振動数に収束すると考えられる。すべての分割数に対して、Type1→Type2→Type3の順で剛性が向上しており、これは進化の方向と一致している。

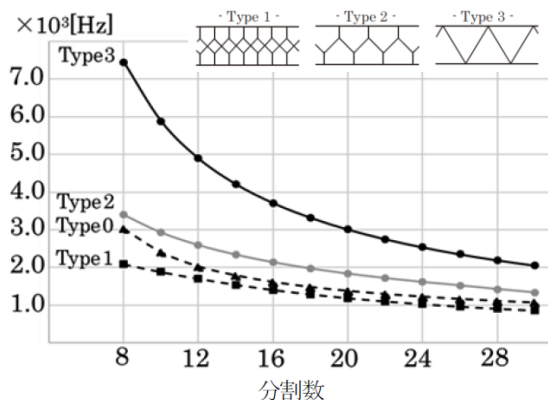


図2 球状フレームの固有振動数

おわりに

有殻原生物骨格は、海洋中の無機質を析出させて骨格を形成する。構造力学的な最適性は、生物として目指す最適性ではないかもしれないが、骨格が構造物として成立するためには必要な要件と考えられる。本研究では、浮遊する条件を模擬した自由 - 自由境界で、全体の剛性を示す固有振動数を指標として、構造力学的な最適性を論じる。

文献

- [1] Yoshino, T., et al. A simple mathematical model for chamber arrangement of planktic foraminifera. *Forma*, 24(3), 87–92, 2009.
- [2] Matsuoka, A., et al., Exact number of pore frames and their configuration in the Mesozoic radiolarian *Pantanelium*: an application of X-ray micro-CT and layered manufacturing technology to micropaleontology. *Marine Micropaleontology*, 88–89, 36–40, 2012.
- [3] 吉野、石田、岸本、他、放散虫 *Mirifusus* 属 (海洋プランクトン) の進化と骨組構造の力学的最適化・骨組形状遷移の構造力学的検証・応用力学論文集 Vol. 12, 2009.
- [4] 岸本, 3次元データに基づく放散虫骨格の力学的最適性評価, 日本機械学会 2017 年度年次外界講演論文集, 2017.
- [5] Kishimoto, N. Adaptability in Various Shapes of Marine Plankton Skeleton, 26th International Conference on Adaptive Structures and Technologies, 2015.

球形の楽器 SphereHarmonic のデザインとそのドームマスター形式での表現

吉野隆¹⁾, マリア・マノーネ²⁾

1) 東洋大学理工学部, 2) ヴェネツィア・カフオスカリ大学 DSMN

1) tyoshino@toyo.jp, 2) maria.mannone@unive.it

Design of Spherical Musical Instrument *SphereHarmonic* and Its Representation with the Dome Master Format

Takashi Yoshino¹⁾, Maria Mannone²⁾

1) Toyo University, 2) Ca' Foscari University of Venice

Abstract: We demonstrate a detailed description of the spherical musical instrument *SphereHarmonic* and its new representation based on the dome master format.

Keywords: spherical music instrument, *SphereHarmonic*, spherical geometry

1. はじめに

講演者らは手まりのデザインをもとにした球形の楽器 *SphereHarmonic* を提案している [1]. この講演の目的は国内学会では発表する機会がなかった *SphereHarmonic* のデザインの詳細と本シンポジウムのテーマにちなんで行った別の表現形式 (ドームマスター形式) の適用について説明することである. 講演者らは, 4 次元ルービック・キューブをもとにした楽器 *HyperCubeHarmonic* [2] のデザインを経て, *SphereHarmonic* の着想を得ている.

2. *SphereHarmonic* の概要 [1]

SphereHarmonic は手まりを製作する過程で行われている基本分割に発想を得ている. 手まりの基本分割は, 詳細な模様を施す前に行う表面の線引きであり, 幾何学的には「(単位) 球面上での大円による合同な球面三角形への分割」である. 基本分割には, 単純分割 S_n と組み合わせ分割 C6, C8, C12 があり, この分割によって手まり模様の対称性が決まる. そのため, *SphereHarmonic* の構造にも基本分割の種類だけの多様性がある.

SphereHarmonic はさまざまな和音を生成する楽器である. それぞれの球面三角形に異なる音を割り当て, 頂点に集まる三角形の組み合わせで和音を表現する. すなわち, 頂点を指定することによって演奏する和音を決定する. 和音の組み合わせは回転軸 (大円に垂直で円の中心を通るベクトル) を指定して半球を回転させることで自由に変更することができる. そのため, 演奏家は演奏中に球状の楽器を回転させることによって多様な和音を表現することができる.

SphereHarmonic の実機は現在まで製作されていないが, 概念を説明するために C8 の場合のみ Wolfram Mathematica™ 上でシミュレータを作成している (左図). シミュレータでは球面の平面への投影方法として一般的なステレオ投影を用いている. すなわち, 3 次元直交座標系で (x, y, z) と表された単位球面上の点が $(x/(1+|z|), y/(1+|z|))$ となる処理を行っている. C8 は 48 の合同な三角形で構成されているので, C2 から B4 までの 48 種類の音 (約

4 オクターブ) を割り当てている。左側の円にある黒丸をクリックすることで和音を生成し、右側の円にある丸数字をクリックすることで対応する半球を回転させることができる。上下は上半球と下半球に対応している。

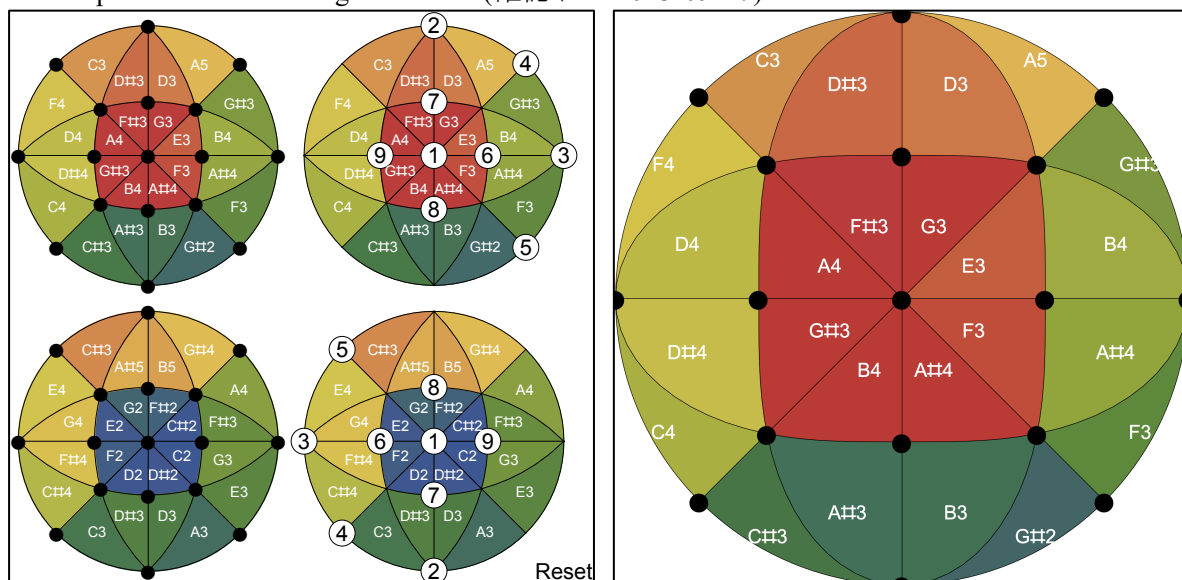
3. ドームマスター形式への変換

SphereHarmonicC8 のドームマスター形式への変換は IMERSA が示した定義[3]に従って行った。3次元空間から2次元平面への変換方法は「半球を表す等距離方位角の『魚眼』レンダリング」と書かれているだけである。従って、コンピュータ上の処理としては、原点が半球の中心にある3次元直交座標系で (x, y, z) と表された単位球面上の点が $(x\sqrt{x^2+y^2}, y\sqrt{x^2+y^2})$ に投影される変換を行うだけでよい。他にも画素数や動画のフレームレートの指定があるが、それについては必要に応じて講演にて説明する。

シミュレータの画像を実際にドームマスター形式に対応させる場合、一つの半球のみしか使用できないという問題が発生する。すなわち、上半球か下半球のいずれかしか表示できない。さらに、シミュレータでは回転の指定と和音の生成を別の半球面で行っているがこれも不可能である。加えて、ドームマスター形式はインタラクティブな表現を行うことを想定していないので、ライブ演奏の可否は機材の拡張性に依存するという問題もある。しかし、プラネタリウムは球面幾何学で見られるパターンを表現するには適したシステムであるために、ドームマスター形式への対応を検討する価値はある。右図は左図の左上にあるステレオ投影をドームマスター形式に変換した例である。

文献

- [1] Mannone, Maria, and Takashi Yoshino. "Temari Balls, Spheres, *SphereHarmonic*: From Japanese Folkcraft to Music." *Algorithms* 15.8 (2022): 286.
- [2] Mannone, Maria, et al. "Hypercube+ Rubik'sCube+Music=HyperCubeHarmonic." *International Conference on Mathematics and Computation in Music*. Cham: Springer International Publishing, 2022
- [3] IMERSA/AFDI DOME STANDARDS GROUP, IMERSA Standards Vision Statement, <https://www.imersa.org/standards> (確認日：2023/09/17)



プロジェクションマッピング—軒下・プラネタリウム・菅笠—

辻合秀一

富山大学、富山県高岡市二上町 180

E-mail アドレス tsujiai@tad.u-toyama.ac.jp

Projection Mapping: Eaves, Planetarium and Sugegasa

Hidekazu Tsujiai

University of TOYAMA, 180 Futagami Takaoka Toyama 933-8588

Abstract: Projectors have been projecting on rectangular screens. As projectors have become more powerful, they can now project to a variety of locations. In recent years, projectors have been used to project not only on flat screens, but also on semi-circular screens such as planetariums.

“Eaves Projection Mapping” showed that projection mapping can be easily done using three projectors on a horizontal projection site. “Donburi de Planetarium” provided content that allows both children and adults to create planetarium images.

“Sugegasa Projection Mapping” proposed projection mapping as a decoration for Sugegasa, a traditional Japanese bamboo hat. And we also report examples of projection mapping for other locations.

Keywords: projection mapping, planetarium, sugegasa

1. はじめに

プロジェクタは、矩形のスクリーンに映してきました。プロジェクタのパワーが増し、様々な場所に投影できるようになりました。近年、プロジェクタは、平面のスクリーンだけでなく、プラネタリウムのような半円形スクリーンの投影にも使われています。ここでは、軒下プロジェクションマッピング、どんぶり de プラネタリウム、菅笠プロジェクションマッピングなどのプロジェクションマッピングの事例を紹介します。

2. 軒下プロジェクションマッピング[1]

軒下プロジェクションマッピングでは、横長の投影場所に3台のプロジェクタを使って簡単にプロジェクションマッピングができること示しました (Fig. 1, 2)。

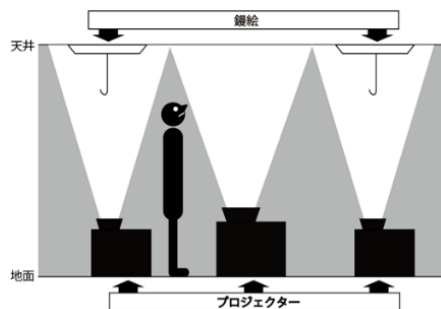


Fig.1: The location of the projection for Eaves Projection Mapping



Fig.2: 360-degree image of Eaves Projection Mapping

3. どんぶり de プラネタリウム[2]

プラネタリウムは、見るコンテンツから参加するコンテンツ作りを行いました。発泡スチロール製どんぶりの中に絵を描き、それを広角または 360 度カメラで撮影し、その撮影画像をプラネタリウムに投影するコンテンツを考えだしました。この「どんぶり de プラネタリウム」では、子供から大人までプラネタリウム画像を作画できるコンテンツを提供しました (Fig. 3)。

4. 菅笠プロジェクションマッピング[3]

小型プロジェクタの製品が次々と出現し、出力も大きくなってきました。夜の観覧車の天井を演出できるプロジェクタを菅笠プロジェクションマッピングに用いました。これは、菅笠のデコレーションコンテストの作品を撮影したものを、実際の菅笠にプロジェクションマッピングしたものです (Fig. 4)。



Fig. 3: The bowls of “Donburi de Planetarium”



Fig. 4: Sugegasa Projection Mapping

5. おわりに

プロジェクションマッピングは、いろいろな形に投影できます。また、プロジェクタの設置位置とトリックアートの視点を一致させれば、トリックアートも簡単に作成できます。

参考文献

- [1] 辻合秀一, 前田紘江, 征矢尚子, 五百崎栞, 北村彩華, 軒下プロジェクションマッピング—高岡えまき—, 画像電子学会誌, 第 46 巻, 第 2 号, 345-349, 2017.
- [2] H. Tsujiai, M. Takenaka, T. Hayashi, Making fulldome images using camera with fisheye lens and fulldome picture on bowl -Workshop for children at planetarium-, Proc. of the 18th International Conference on Geometry and Graphics, 1108-1115, 2018 (DOI: 10.1007/978-3-319-95588-9_95).
- [3] 岩佐月, 荒屋成美, 本野佳司子, 安嶋是晴, 辻合秀一, 菅笠プロジェクションマッピングの展示についての一考察, 映像情報メディア学会年次大会講演予稿集, 11C-1, 2022.

高知県の龍河洞周辺の秩父南帯三宝山ユニットから
産する放散虫化石群集
小山菜那^{*1}・柏木健司^{*2}

^{*1} 富山大学理学部生物圏環境科学科、〒930-8555 富山市五福 3190

^{*2} 富山大学理学部自然環境科学科、〒930-8555 富山市五福 3190

^{*2}kasiawgi@sci.u-toyama.ac.jp

Radiolarian assemblages from the Sambosan Unit of the Southern
Chichibu Belt in the vicinity surrounding Ryuga-do Cave in Kochi
Prefecture, southwest Japan

Nana Koyama and Kenji Kashiwagi^{*2}

^{*1}Department of Environmental Biology and Chemistry, Faculty of Science,
University of Toyama, Gofuku 3190, Toyama 930-8555, Japan

^{*2}Department of Natural and Environmental Sciences, School of Science,
University of Toyama, Gofuku 3190, Toyama 930-8555, Japan

Abstract: Cherts and siliceous mudstones of the Sambosan Unit of the Southern Chichibu Belt around Ryuga-do Cave yield well-diversified, well-preserved Middle-Late Jurassic radiolarian assemblages. Among them, genus *Zhamoidellum* was classified morphologically based on outline of test, pore arrangement, and degree of stricture at the boundary between thorax and abdomen.

Keywords: radiolaria, Jurassic, *Zhamoidellum*, ornamentation

放散虫は、およそ 0.1–0.5 mm サイズと微小な海生プランクトンである。その殻表面にみられる μm オーダーの多様な表面装飾は、分類群を区別ないし同定する上で、極めて重要な外部形質基準として用いられる。一方、多様な殻形質に基づく種同定、生物階級割り当て、および種内変異の認定において、しばしば研究者間で混乱が生じている。

龍河洞（高知県香美市）を胚胎する石灰岩は、付加体で構成される秩父南帯三宝山ユニット中のブロックであり、その周辺には放散虫化石を豊富に含むチャートと珪質泥岩が露出する。地質調査で採取したチャートと珪質泥岩から、*Striatojaponocapsa conexa* (Matsuoka) を含む、保存良好かつ多様性の高いジュラ紀中世–新世放散虫化石群集を得た。

3 部屋の Nassellaria のうち、頭部ないし胸部が引き続く部屋に陥没する *Gongylothorax*、*Williriedellum*、*Zhamoidellum* 属の形態種が多産する。これら属に含まれる幾つかの種は、示準化石として極めて有用である。*Zhamoidellum* 属を対象に、殻の全体形状、孔配列、胸部/腹部間の狭窄度合いを参考に、既存の記載種への割り当てを試みた。発表では、*Zhamoidellum ovum* Dumitrica の多様な種内変異、*Z. ventricosum* Dumitrica や *Z. mikamense* Aita に割り当て可能な個体を例に、*Zhamoidellum* 属の形態的多様性を紹介する。

上部ジュラ系バウ石灰岩（ボルネオ島）から 産した放散虫と海綿骨針化石

福元 結^{*1}・柏木健司^{*2}・柿崎喜宏^{*3}

^{*1} 富山大学理学部生物圏環境科学科、〒930-8555 富山市五福 3190

^{*2} 富山大学理学部自然環境科学科、〒930-8555 富山市五福 3190

^{*3} 室戸ジオパーク推進協議会、〒781-7101 高知県室戸市室戸岬町 1810-2

^{*2}kasiawgi@sci.u-toyama.ac.jp

Radiolarians and sponge spicules

from the Upper Jurassic Bau Limestone in Borneo

Yui Fukumoto^{*1}, Kenji Kashiwagi^{*2}, and Yoshihiro Kakizaki^{*3}

^{*1}Department of Environmental Biology and Chemistry, Faculty of Science,
University of Toyama, Gofuku 3190, Toyama 930-8555, Japan

^{*2}Department of Natural and Environmental Sciences, School of Science,
University of Toyama, Gofuku 3190, Toyama 930-8555, Japan
Muroto Geopark Promotion Committee, 1810-2 Murotomisaki-cho, Muroto, Kochi
781-7101, Japan

Abstract: Late Jurassic radiolarians and sponge spicules were extracted from the Late Jurassic Bau Limestone in Borneo. Among radiolarians, *Vallupus* is one of the representative tropical taxa.

Keywords: radiolaria, sponge spicule, *Pantaneonium*, *Vallupus*

放散虫は、カンブリア紀以降の顕生累代以降の海成堆積物において、極めて重要な示準化石に位置づけられる。一般に、深海底に堆積場を持つ遠洋性ないし半遠洋性堆積岩中に多産し、一方で浅海成の炭酸塩堆積岩類からの産出もよく知られる。大規模な礁成石灰岩である上部ジュラ系バウ石灰岩（ボルネオ島）を対象に、Sr 同位体層序が報告された¹⁾。バウ石灰岩は、テチスー古太平洋海域の境界付近に位置し、ジュラ紀新世当時、低緯度域に位置していた。

バウ石灰岩の岩相の観察を通して、岩石薄片中に放散虫化石が認められた。そこで、放散虫化石の酸を用いた個体分離を試み、多量の海綿骨針とともに少量の放散虫化石を抽出できた。これまで確認できた放散虫化石は、*Pantaneonium* 属、*Vallupus* 属、および属科不明の塔状 *Nassellaria* 個体である。*Vallupus* 属は低緯度の温暖な海域を好むことが知られる²⁾。発表では、バウ石灰岩から産する放散虫化石と海綿骨針化石の形態の多様性、および時代論を述べる。

引用文献；1) Kakizaki et al., 2013, Jour. Asian Earth Sci., 73, 57-67., 2) Matsuoka, A., 1996, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 119, 359-369.

優位眼機構に関連する脳活動の可視化

杉浦明弘^{*1)}, 早川彩季¹⁾, 榎田雄大¹⁾, 丹羽政美¹⁾, 鈴木正広¹⁾

田中邦彦¹⁾, 高田宗樹²⁾

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

2) 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

asugiura@u-gifu-ms.ac.jp

Visualization of brain activity related to ocular dominance mechanisms

Akihiro Sugiura¹⁾, Saki Hayakawa¹⁾, Yuta Umeda¹⁾, Masami Niwa¹⁾,

Masahiro Suzuki¹⁾ Kunihiro Tanaka¹⁾, and Hiroki Takada²⁾

1) Department of Healthcare Science, Gifu University of Medical Science,
795-1, Ichihiraga-Nagamine, Seki, Gifu 501-3892, Japan

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

Abstract: In this study, we used functional magnetic resonance imaging (fMRI) to investigate the differences in brain activity between the dominant and non-dominant eyes. The results revealed increased activity in the precuneus and occipital lobes while using the dominant eye, suggesting the existence of specific brain regions responsible for dominant eye mechanisms.

Keywords: Dominant eye, Functional magnetic resonance imaging (fMRI), Peripheral vision, Occipital lobe, Precuneus

はじめに

両手で対象物を囲み、それを両眼および左右の各眼で視認したとき、一方の眼での視認は両眼での視認と同じ見え方となるが、もう一方の眼では対象がズレて見える。このような見え方の違いは、左右の眼で視認に差異が存在することを示唆しており、無意識のうちに利き目を基準にして焦点を合わせている。焦点が合っている片眼を優位眼（利き目）と呼ぶ。利き目の存在やその機構は以前から知られており、視力の面で利き目と非利き目の間に有意な差が存在しないことが報告されている[1]。一方で、利き目と非利き目における視覚刺激の処理速度の差に関する研究では、利き目の方が非利き目よりも約14[ms]速いという結果が示されている[2]。このように、これまで研究では、視力などの視機能を中心に利き目と非利き目の差異に関する検証が行われてきた。本研究では、視機能から更に踏み込み、これまであまり行われてこなかった優位眼機構に関わる脳の活動に着眼し、基礎的検証として脳機能イメージングの一つである Functional MRI (fMRI)を用いて、優位眼機構に関わる脳活動の可視化を試みた。

方法

検証実験は岐阜医療科学大学研究倫理委員会の承認(2022-9)を得た上で、14名(20歳-22

歳，男性7名，女性7名)に対して実施した．また事前の検査により，優位眼については左眼5名，右眼9名であった．実験参加者ごとに，ランダムな順序にて両眼，左眼のみ，右眼のみのそれぞれで映像を視認しながら，視認中連続してBOLD法にて脳機能画像を撮影した．映像視認の方法については，ヘッドコイル上部の眼前約15cmの位置に40度程度傾けたミラーを設置し，ガントリー内にて臥位の状態で足方向が視認できるようにした．そして足元に設置されたスクリーンに映し出された映像を視認させた．映像については，映像空間内にランダムに配置された多数の球体が0.25Hzで上下左右に正弦波様に一斉に運動する映像を用い，実験参加者には画面全体を周辺視認で常に捉え続けるように指示した．実験タスクについては，脳機能イメージング分野で一般的に行われるブロックタスクデザインを採用し，映像視認(64秒)と黒い画面にて開眼(32秒)を3セット繰り返した．得られた脳機能画像については脳機能画像解析プログラムSPM12(Statistical Parametric Mapping 12)を用いて，タスクタイミングに基づき統計解析を行った．

結果及び考察

結果の一例として，図1,2に集団統計解析の結果を示す．図1は非優位眼の結果を基準として優位眼の結果において有意に活動性が向上している部分を示している．楔前部や後頭葉の一部において活動性の向上が認められた．逆に優位眼を基準とした結果では有意な活動性の向上は認められなかった．一方，図2は左眼の結果を基準とした右眼の活動性の結果を示しているが，活動性の向上は認められなかった．また，逆の右眼を基準とした結果についても同様に有意な活動性の向上は認められなかった．これらの結果より，優位眼機構を特異的に処理する領域の存在が確認された．

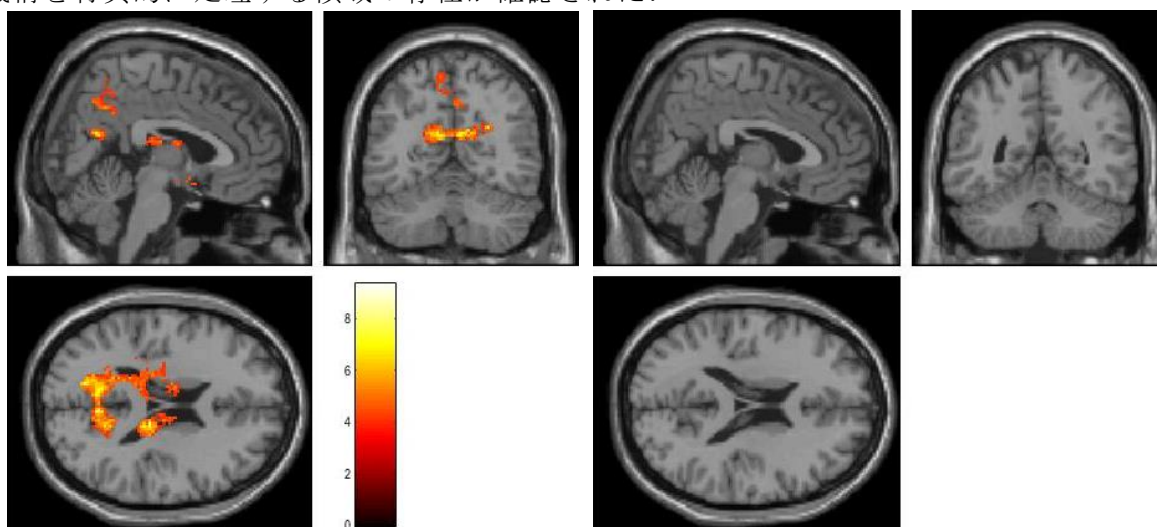


図1: 優位眼／非優位眼の有意な活動部位 図2: 右眼／左眼の有意な活動部位
まとめ

本研究では，fMRIを用いて利き目と非利き目の脳活動の違いを確認した．その結果，優位眼（利き目）時の楔前部や後頭葉の活動増加が確認され，優位眼機構を処理する特定の脳領域の存在が示唆された．

参考文献

- [1] A. P. Mapp, H. Ono, R. Barbeito, What does the dominant eye dominate? A brief and somewhat contentious review. *Perception and Psychophysics*. 65, 310-317 (2003).
- [2] S. Coren, C. Porac, Monocular asymmetries in visual latency as a function of sighting dominance. *Optometry and Vision Science*. 59, 987-990 (1982).

横断的交差の証明と個人的な関わり

山口喜博*1

Personal history and proof of transverse intersection

Yoshihiro Yamaguchi

We study the area preserving map T included in the family of Hénon map. The map T ($y_{n+1} = y_n + a(x_n - x_n^2), x_{n+1} + y_{n+1}$) defined on plane is characterized by a parameter $a(\geq 0)$. There exist the saddle fixed point P and the elliptic one Q at $a > 0$. Let u be a primary homoclinic point at which the unstable manifold W_u starting from the saddle fixed point P intersects the symmetry axis named the dominant axis of Q . The stable manifold W_s also intersects W_u at u . At u , let $\xi_u(u)$ be the inclination of W_u and $\xi_s(u)$ be that of W_s . The transversality means that $\xi_u(u) < \xi_s(u)$ holds at any value of a (> 0). Using a new geometric method, the transversality is proved.

Key words. Stable and unstable manifolds, Transversality, Primary homoclinic point, Dominant axis, Subdominant axis

最初にエノン写像と標準写像におけるサドル不動点の安定多様体と不安定多様体の交差を図1に示す.

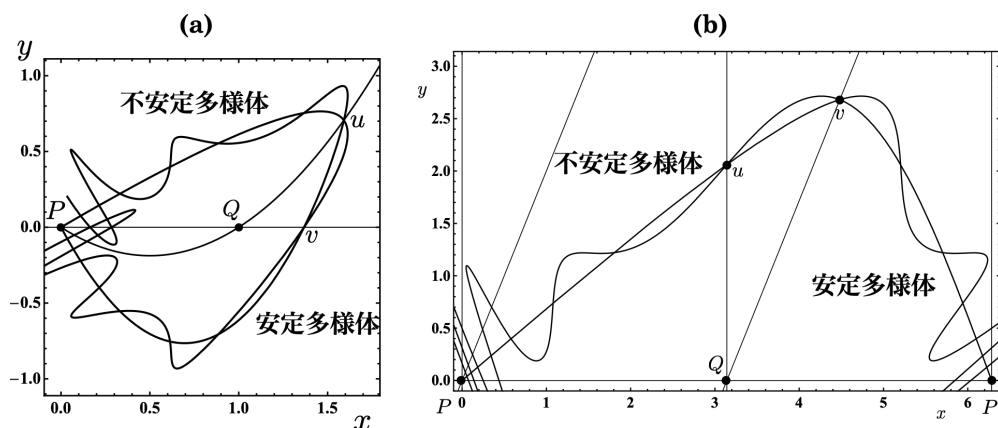


図1 横断的交差の例. P はサドル型不動点, Q は楕円型不動点. (a) エノン写像. $a = 1.5$. (b) 標準写像 ($y_{n+1} = y_n + a \sin x_n, x_{n+1} = y_{n+1} \pmod{2\pi}$). $a = 1$.

安定多様体と不安定多様体の交差角度が有限である場合, 交差は横断的であるという. 図1を見れば, 主ホモクリニック点 u と v で安定多様体と不安定多様体は横断的交差をしていることは明らかである.

横断的交差問題と筆者との関わりを簡単に述べる. 最初に宇敷の定理を紹介する. 論文として発表される前に京都大学の数理解析研究所で行われた研究会で論文の内容を聞くことができた.

宇敷の定理 [1] (概要)

(A) 不安定多様体の任意の点における級数展開は収束する.

(B) 安定多様体と不安定多様体がサドルコネクションを構成することはない.

(A) より, 不安定多様体の解析的表示を利用して得られた結果は「近似的」であることがわかる. (B)

*1 〒290-0073 千葉県市原市国分寺台中央 2-4-14. メール: chaosfractal@icloud.com

の結果, 横断的交差を証明するためには非横断的交差が生じないことを示す必要がある. この講演を聞いた時点では, 横断的交差を証明する方法を思いつかなかった.

パラメータ a が無限小の場合, 不安定多様体の解析的表示を利用して, 「安定多様体と不安定多様体の交差角度は $O(\exp(-1/a))$ である」との結果が報告された. Lazutkin et.al.[2] は標準写像を利用し, Tovbis et.al.[3] はエノン写像を利用した. 想像を絶した結果にはただ驚くだけであった.

1995 年に, Brown[4] はエノン [5] が導入したエノン写像

$$H : y_{n+1} = -x_n, x_{n+1} = 1 + y_n - bx_n^2 (b > 0)$$

を利用し, 「 $b > 0$ で, 安定多様体と不安定多様体は横断的に交差する」を証明した. また, Brown は証明の過程で字敷の定理を利用していないと論文に明記している. 伝統的なエノン写像 H を標準形式

$$T : y_{n+1} = y_n + a(x_n - x_n^2), x_{n+1} = x_b + y_{n+1} (a > 0)$$

に変更すると, 条件 $b > 0$ は $a = 2\sqrt{b+1} > 2$ となる. そのためエノン写像における横断的交差の証明はパラメータ依存性を含むことになり, 横断的交差の問題は未解決のまま残ることになった. Brown は不安定多様体の曲率だけを利用しているので幾何学的な証明とも考えられる.

定年後, 標準写像とエノン写像における横断的交差の証明を行うこと目標のひとつにした. 標準写像における横断的交差の証明を 2021 年に発表した [6]. 証明では, 不安定多様体の形状を利用していないが字敷の定理を利用した. そのため筆者としては不満がある. エノン写像における横断的交差の証明を 2023 年 5 月に発表した [7]. この論文では, 不安定多様体の形状を利用せずかつ字敷の定理を利用しない証明を行なった. 筆者としては満足のいく証明である.

講演ではエノン写像における横断的交差の証明を簡単に紹介する. 証明方法は幾何学的である. 詳細は論文 [6] と [7] を参考にして欲しい.

参考文献.

- [1] S. Ushiki, On saddle connection curves of analytic dynamical systems, 数理解析研究所講究録 第 439 巻 1981 年 47-53.
- [2] V. F. Lazutkin, I. G. Schachmannskii and M. B. Tabakov, Splitting of separatrices for standard and semistandard mappings, Physica D 40 (1989), 235-248.
- [3] A. Tovbis, M. Tsuchiya and C. Jaffé, *Exponential asymptotic expansions and approximations of the unstable and stable manifolds of singularly perturbed systems with the Hénon map as an example*, Chaos 8 (1998), 665-681.
- [4] R. Brown, Horseshoes in the measure-preserving Hénon map, Ergod. Th. & Dynam. Sys. 15 (1995), 1045-1059.
- [5] M. Hénon, Numerical study of quadratic area-preserving mappings, Quart. Appl. Math. XXVII(3) (1969), 291-312.
- [6] Y. Yamaguchi and K. Tanikawa, Transversality in the standard map, FORMA, 36 (2021), 15-24.
- [7] Y. Yamaguchi and K. Tanikawa, Proof of the transverse intersection of the stable and unstable manifolds in the two-dimensional area preserving map, Progress of Theoretical and Experimental Physics. Volume 2023, Issue 5, May 2023. <https://doi.org/10.1093/ptep/ptad060>

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

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】

〒150-8366 東京都渋谷区渋谷4-4-25

青山学院大学経営学部経営学科

塩澤 友規 宛

E-mail: shiozawa[at]busi.aoyama.ac.jp

（[at]を半角の@で置き換えてください）

形の科学シンポジウム講演予稿集 Vol. 8 No. 2 (2023 年 10 月)

発行： 形の科学会

会長： 山口 喜博

事務局長： 塩澤 友規
青山学院大学経営学部経営学科

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