

形の科学シンポジウム講演予稿集 第6巻、第1号 (2021年6月)

Proceedings of Symposium of the Society for Science on Form, Japan. Vol. 6, No. 1, 2021



第90回 形の科学シンポジウム



会期: 2021年6月12日(土), 13日(日)

会場: オンライン開催

形の科学会

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

第90回 形の科学シンポジウム

【主催】形の科学会

【会期】2021年6月12日(土)、13日(日)

【会場】オンライン開催 (メインテーマの設定無し)

【代表世話人】石原正三(埼玉県立大学)、手嶋吉法(千葉工業大学)

【参加費】無料 【懇親会】無し

【WEBサイト】<https://katachi-jp.com/sympo90>

プログラム

6月12日(土) 第1日目

13:25 開会の辞

セッション1: 形の科学一般

13:30--13:55 (25 min)

外形が立方体の回転式3Dジグソーパズルの開発

加藤蒼(千葉工業大学)、宮本圭佑(同)、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) …… 1

13:55--14:20 (25 min)

外形が正四面体の3Dジグソーパズルの開発

石澤安晟(千葉工業大学)、池上祐司(理化学研究所)、山澤建二(理化学研究所)、手嶋吉法(千葉工業大学) …… 3

14:20--14:45 (25 min)

周期的境界条件下における不確定性関係・最小波束

小川直久(北海道科学大学)、長澤修一(函館工業高等専門学校) …… 5

14:45--15:05 休憩 (20 min)

セッション2: 形の科学一般

15:05--15:30 (25 min)

計算幾何学によるサッカーチームの戦力に結び付く指標の開発

青木優(静岡産業大学) …… 7

15:30--15:55 (25 min)

平面・球面・空間におけるポロノイ調節法再考

種村正美(統計数理研究所・名誉教授) …… 9

15:55--16:20 (25 min)

周期的連鶴タイリング

吉野隆(東洋大学) …… 11

16:20--16:40 休憩 (20 min)

16:40--17:40 総会

6月13日(日) 第2日目

セッション3: 形の科学一般

10:00--10:25 (25 min)

視覚障害者が解剖学を学ぶ為の人体臓器模型の開発

小池彰寛 (千葉工業大学)、寺口さやか (広島県立広島中央特別支援学校)、手嶋吉法 (千葉工業大学) 13

10:25--10:50 (25 min)

回折対称の上昇の再検討-2

松本崧生 (金沢大学・名誉教授) 15

10:50--11:05 休憩 (15 min)

セッション4: 形の科学一般 および フォーラム

11:05--11:30 (25 min)

「島の周りの島階層」を理解するためには何が必要か

山口喜博 (形の科学会会長) 17

11:30--11:45 (15 min)

若年者および高齢者の視線運動に関する判別

板津佳希 (福井大学大学院)、平田隆幸 (同)、高田宗樹 (同) 19

11:45--12:05 (20 min) ※フォーラム

コラッツ木の分解について

宮崎修次 (京都大学大学院) 21

12:05--13:30 昼休み (85 min)

セッション5: 形の科学一般

13:30--13:55 (25 min)

ひまわりの Parastichy pairs を決定する

根岸利一郎 (科学リテラシー研究所)、関口久美子 (埼玉工業大学) 22

13:55--14:10 (15 min)

新規な病態診断手法: 組織の伸展応答パターンの活用

田上幸歩 (同志社大学)、鷹取慧 (同)、鶴山竜昭 (大阪北野病院)、池川雅哉 (同志社大学)、水谷健一 (神戸学院大学)、剣持貴弘 (同志社大学)、吉川研一 (同) 24

14:10--14:35 (25 min)

デンプン-グルコース混合ペーストの乾燥パターンの転移

馬場ひかり (同志社大学)、吉岡里沙 (同)、鷹取慧 (同)、大江洋平 (同)、吉川研一 (同) 26

14:35--14:55 休憩 (20 min)

セッション6: 形の科学一般

14:55--15:20 (25 min)

核惨事の汚染形態

小川進 (空間技術研究所) 28

15:20--15:45 (25 min)

欧州・遭遇・日本

杉本剛 (神奈川大学) 30

15:45--16:10 (25 min)

高速音読における教材と速さの関係

杓名健一郎 (タクシン大学・福井大学)、Kunaj Somchanakit (タクシン大学)、本田容子 (鎌倉女子大学)、高田宗樹 (福井大学) 32

16:15 閉会の辞

外形が立方体の回転式 3D ジグソーパズルの開発

加藤蒼¹, 宮本圭佑¹, 池上祐司², 山澤建二², 手嶋吉法³

¹元千葉工業大学, ²理化学研究所 光量子工学研究センター 技術基盤支援チーム

³千葉工業大学 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

Development of a turn-style 3D jigsaw puzzle with cubic outer shape

Aoshi Kato¹, Keisuke Miyamoto¹, Yuji Ikegami², Kenji Yamazawa² and Yoshinori Teshima^{3*}

¹Former student of Chiba Institute of Technology,

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

³Department of Innovative Mechanical and Electronics Engineering, Faculty of Engineering,
Chiba Institute of Technology, 2-17-1 Tsudanuma, Narashino, Chiba, 275-0016 Japan

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

Abstract: We invented a new 3D jigsaw puzzle in the size of $2 \times 2 \times 2$, which has a different internal structure to the Ikegami's 3D jigsaw puzzle. When the pieces are combined altogether, both puzzles are indistinguishable on their outer shapes. As a mechanism to realize the present puzzle, we have newly introduced circular tenons.

Keywords: Ikegami's 3D jigsaw puzzle, circular tenon, 3D printing,

はじめに

本研究で考察対象とする 3D ジグソーパズルは、一般的な 2D ジグソーパズルを 3 次元化したものであり、2D ジグソーパズルと同様の凹凸の曲線がパズル表面上に現れるものである。図 1 は池上によって開発された外形が立方体の 3D ジグソーパズルである [1]。四方継という伝統的な木工継手の技法を応用し、パズル内部でほぞを異なる 3 方向に配向させ、パズルとしての機能を実現することに成功したものである。池上式 3D ジグソーパズルでは、立方体の面对角線の方に直線的に相対運動（スライド）させることで、ピースの脱着が可能となる（図 2）。

ここでまでに我々は、池上式 3D ジグソーパズルについて詳しく調べてきた [2] [3] [4]。また、新たな内部構造に基づいた 3D ジグソーパズルについても報告した [5]。

回転式 3D ジグソーパズルの開発

今回我々は、外形が立方体で内部に円弧状のほぞ（および溝）を有する $2 \times 2 \times 2$ 分割の 3D ジグソーパズルを開発した（図 3）。池上式 3D ジグソーパズルでは、直線的なほぞ（および溝）に沿ったスライド運動によってピースの脱着がなされるのに対し、本提案手法では円弧のほぞ（および溝）に沿った回転運動によってピースの脱着がなされる。ただし、この回転式パズルの完成時の外観は池上



図 1 池上式 3D ジグソーパズル ($3 \times 3 \times 3$ 分割)

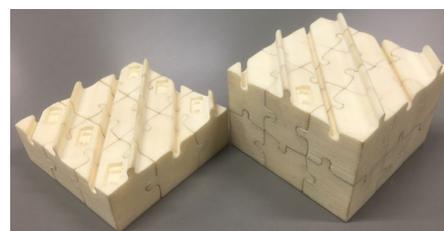


図 2 池上式 3D ジグソーパズル（図 1）の最上段を面对角線方向にスライドさせ、下の二段から分離させた状態（直線状のほぞおよび溝が見える）

式 3D ジグソーパズルと全く同じになる。

形状パターンの分類

1つの立方体には6つの面があり、 $2 \times 2 \times 2$ 分割(全8ピース)では全48面がある。そのうち外側にくる面は、 $4 \times 6 = 24$ 面であるから、内側(外側からは見えない面)も24面ある。これら内部の24の各面にほぞまたは溝が配置されるが、ほぞ1つに対して溝が1つ対応するので、全部で12対のほぞと溝が配置される。 $24/8 = 3$ より、1ピースには、ほぞまたは溝が合計で3個ある。 $2^3 = 8$ であるがパターン分類すると4種類となる(図4)。これら4種類のピースを用いて、合計が8個、ほぞと溝がともに12個となる組み合わせは全5種類となった。

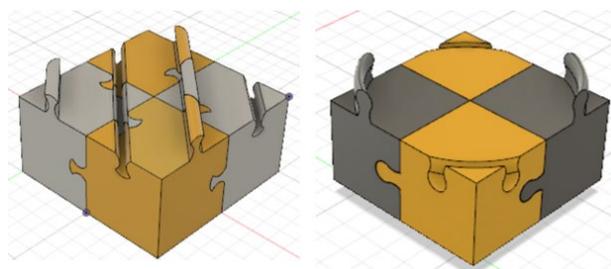


図3 左:池上式 3D ジグソーパズルの直線状のほぞおよび溝。右:今回採用した円弧状のほぞおよび溝。いずれも $2 \times 2 \times 2$ 分割の下段の4ピース。

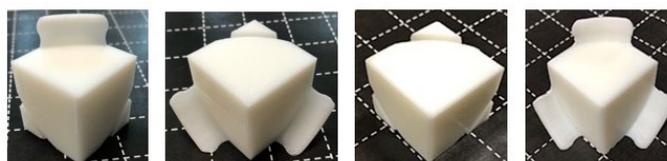


図4 回転式 3D ジグソーパズルを構成可能なピース形状の全パターン(4種類)

まとめと今後の課題

新たな構造を持つ3Dジグソーパズルの開発として、円弧に沿ってスライド可能な構造を持つ回転式3Dジグソーパズルを開発した($2 \times 2 \times 2$ 分割)。このパズルの内部の面に配置されるほぞと溝のパターンを分類し、全4種類のピースを作成した。さらに、4種類のピースを組み合わせて得られる3Dジグソーパズルが全部で5種類あることが判った。

なお、 $3 \times 3 \times 3$ 分割や $4 \times 4 \times 4$ 分割のようにピース総数が増えた場合、3Dジグソーパズルを今回の様な円弧状のほぞによって実現する方法は自明ではなく、今後の課題である。

参考文献

- [1] Watanabe, Y., Ikegami, Y., Yamazawa, K., & Murakami, Y., World of Scientific Puzzle Art Using Layer Manufacturing, Forma, 21, 37-48 (2006).
- [2] 町屋、池上、手嶋:「池上式 3D ジグソーパズルの複製とピースの対称性について」、形の科学シンポジウム講演予稿集, Vol. 3, No. 1, pp. 25-26 (東北大、2018年6月22日)
- [3] 町屋、池上、山澤、手嶋: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, Vol. 4, No. 1, pp. 41-42 (東京慈恵医大、2019年6月9日)
- [4] Machiya, Y., Ikegami, Y., Yamazawa, K., & Teshima, Y., Design Constraints of Ikegami's 3D Jigsaw Puzzle, Symmetry: Art and Science 11th Congress and Exhibition, Proc. of 11th Congress and Exhibition of SIS-Symmetry, 1-4, pp. 162-165 (Kanazawa Institute of Technology, 25-30 Nov. 2019).
- [5] 町屋、池上、山澤、手嶋、「新たな 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 Vol. 5, No. 1, pp. 3-4 (オンライン、2020年12月)

外形が正四面体の 3D ジグソーパズルの開発

石澤安晟¹, 町屋佑季¹, 池上祐司², 山澤建二², 手嶋吉法³

¹元 千葉工業大学, ²理化学研究所 光量子工学研究センター 技術基盤支援チーム

³千葉工業大学 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

Development of 3D jigsaw puzzles with tetrahedral outer shape

Asei Ishizawa¹, Yuki Machiya¹, Yuji Ikegami², Kenji Yamazawa² and Yoshinori Teshima^{3*}

¹Former student of Chiba Institute of Technology,

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

³Department of Innovative Mechanical and Electronics Engineering, Faculty of Engineering,
Chiba Institute of Technology, 2-17-1 Tsudanuma, Narashino, Chiba, 275-0016 Japan

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

Abstract: The design of the puzzle, the 3D jigsaw puzzle with a regular tetrahedron outer shape (5 pieces in total), has been changed by swapping the arrangement of the tenons and grooves. In addition, traditional wooden joint techniques have been modified to fit the regular tetrahedron and octahedron, new joint methods were developed. Finally, several unique joint methods were proposed, in which uneven curves like the 2D jigsaw puzzle do not exist on the surface.

Keywords: 3D jigsaw puzzle, circular tenon, regular tetrahedron, traditional wooden joint

はじめに

3D ジグソーパズルは、ジグソーパズル(2D)を三次元化したものである。ピース同士の溝(凹部分)とほぞ(凸部分)が結合する。外形が正四面体の 3D ジグソーパズル [1] は 1 辺 2 分割の場合、全 5 ピースから構成される(図 1)。本研究では、正四面体を外形とする新しい 3D ジグソーパズルを開発する。

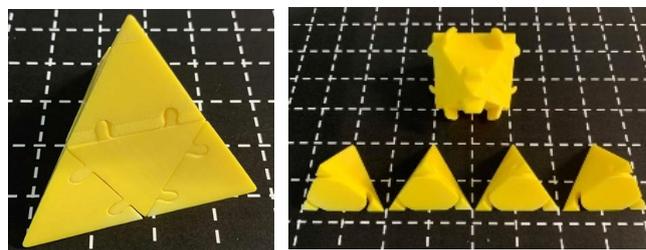


図 1 正四面体 3D ジグソーパズル[1]

左: 全 5 ピースを結合した状態。右: 全 5 ピースを分離した状態(正八面体が 1 つ、正四面体が 4 つ)

正四面体 3D ジグソーパズルのデザイン変更

町屋らが開発した 3D ジグソーパズル[1]では、溝は全て正四面体側に、ほぞは全て正八面体側に設置されているが、本研究では、ほぞと溝の配置を変更した(図 2-a, 図 2-b, 図 2-c)。

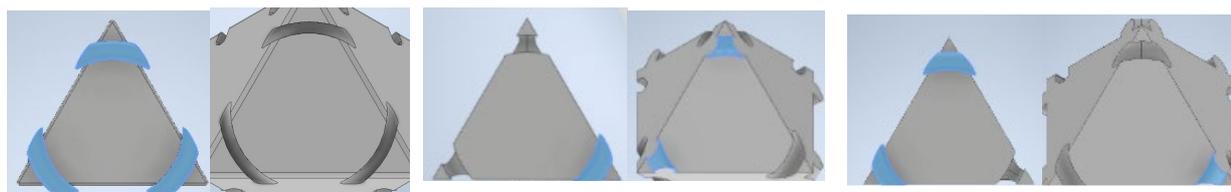


図 2-a (左)ほぞを 3 つ有する正四面体 (右)1 つの面に溝を 3 つ有する正八面体

図 2-b (左)ほぞ 1 つ、溝 2 つを有する正四面体 (右)1 つの面にほぞ 2 つ、溝 1 つを有する正八面体

図 2-c (左)ほぞ 2 つ、溝 1 つを有する正四面体 (右)1 つの面にほぞ 1 つ、溝 2 つを有する正八面体

伝統継手を応用したピースの結合方法

伝統的な木造継手を応用したピース結合のための形状データを4種類作成した。元来、木造継手は、四角柱の柱同士を結合するものであるが、本研究では、正四面体と正八面体の結合に適合する様に木造継手のデザインに変更を施した(図 3-a～ 図 3-d)。

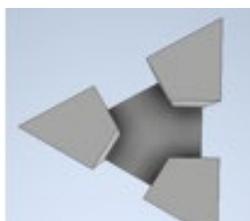


図 3-a 十字めちい
れを参考にしたデザ
イン



図 3-b 貝の口継ぎ
を参考にしたデザ
イン



図 3-c 送り蟻を参
考にしたデザイン

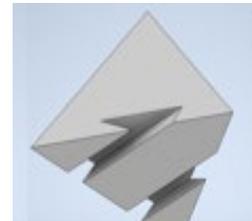


図 3-d 大阪城大手
門継ぎ手を参考にし
たデザイン

独自のピース結合方法

図 4-a から図 4-d に、面と面を結合する独自の方法を4種類示す。これらは、結合した際の表面にジグソーパズルの凹凸曲線が現れない。これらの結合方法は、正四面体と正八面体の結合に限らず、任意の面同士の結合に利用可能である。

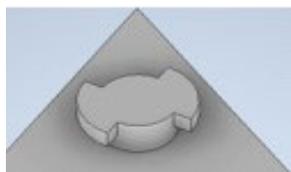


図 4-a タイプ A

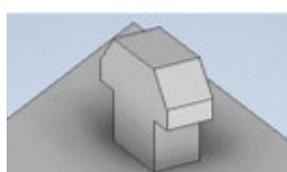


図 4-b タイプ B

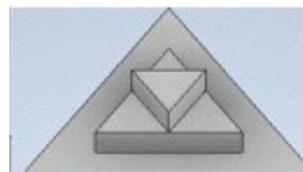


図 4-c タイプ C



図 4-d タイプ D

まとめ

本研究では、正四面体 3D ジグソーパズルのデザイン変更の3種類(図 2)、木造継手を応用したピース結合方法を4種類(図 3)、独自のピース結合方法を4種類(図 4)開発した。これらの形状データを3Dプリンタにより実体化した。

参考文献

- [1] 町屋、池上、山澤、手嶋、「新たな 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 Vol. 5, No. 1, pp. 3-4 (オンライン、2020 年 12 月)
- [2] 大和田、手嶋、「木造継手のデジタル化と模型製作」、形の科学シンポジウム講演予稿集 Vol. 5, No. 1, pp. 1-2 (オンライン、2020 年 12 月)

周期的境界条件下における不確定性関係・最小波束

小川直久* 長澤修一**

*北海道科学大学 **函館工業高等専門学校

ogawanao@hus.ac.jp, nagasawa@hakodate-ct.ac.jp

Uncertainty Relation and Minimum Wave Packet

under Periodic Boundary Condition

Naohisa Ogawa and Shu-ichi Nagasawa

Hokkaido University of Science, 7-15 Maeda, Teine, Sapporo 006-8585
National Inst. Tech. Hakodate College, 14-1, Tokura-cho, Hakodate 042-8501

Abstract: There are some difficulties for uncertainty relation when the dynamical variable obeys the periodic boundary condition. For example, the angle and angular momentum are canonically conjugate to each other that give rise to commutation relation $[Lz, \varphi] = -i\hbar$ and that remind us the uncertainty relation $\sigma_{Lz} \sigma_{\varphi} \geq \hbar/2$. ($\sigma_{Lz}^2 \equiv \langle Lz^2 \rangle - \langle Lz \rangle^2$; $\sigma_{\varphi}^2 \equiv \langle \varphi^2 \rangle - \langle \varphi \rangle^2$) However, this is not true. For the angular momentum eigen state, we have $\sigma_{Lz} = 0$ but we never have $\sigma_{\varphi} \rightarrow \infty$ since $0 \leq \varphi < 2\pi$. In this way we need to reconsider the uncertainty relation under such a periodic boundary case. In this talk we consider how to treat and solve this problem.

Keywords: uncertainty relation, periodic boundary condition, minimum wave packet

§ 1 周期的境界条件と不確定性関係

S^1 上での量子力学を考える。系の長さを L として、波動関数は周期的境界条件

$$\psi(-L/2) = \psi(+L/2), \quad \psi^{(n)}(-L/2) = \psi^{(n)}(+L/2) \quad n=1,2,3,\dots$$

を満たすものとする。この時、通常の不確定性関係

$$\sigma_x \sigma_p \geq \hbar/2$$

が成立しないのは明白である。($\sigma_x^2 \equiv \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2$; $\sigma_p^2 \equiv \langle p^2 \rangle - \langle p \rangle^2$)

周期的境界条件では運動量の固有状態がシュレーディンガー方程式の解になっているが、そのような状態では $\sigma_p = 0$ だが、 $-L/2 \leq x < +L/2$ から、 σ_x は無限大になれない。

§ 2 Kennard-Robertson の不確定性関係の拡張¹⁾²⁾

$\Delta A = x - \langle x \rangle$, $\Delta B = p - \langle p \rangle$ として、 $||(\Delta A - i\lambda \Delta B)|\psi\rangle||^2 = \int |(\Delta A - i\lambda \Delta B)\psi|^2 dx \geq 0$.

ここで λ は実数とする。注意深く部分積分を行って、さらに交換関係を使うと

$$\sigma_x^2 + \lambda^2 \sigma_p^2 + \lambda \hbar - \lambda \hbar L |\psi(L/2)|^2 \geq 0$$

(左辺最後の項は、通常は全微分で落とす部分だが今は積分が有限区間だから落とせない) いかなる実数の λ でも不等号が成り立つための条件は判別式 $D \leq 0$ であることから

$$\sigma_x \sigma_p \geq (\hbar/2) (1 - L |\psi(L/2)|^2)$$

が得られる。最後の境界に関わる項は通常境界条件では出てこない項である⁶⁾。境界の影響が出てくる理由については後に述べる。さて、問題の運動量固有状態 (平面波解) で

は、 $|\psi| = L^{-1/2}$ となるから、 $\sigma_x \sigma_p \geq 0$ となって、問題は解かれたかのように見える。

§ 3 境界依存性

不確定性関係に境界値が現れるのはどうしてだろうか？

再度、平面波で考える。今、 x の領域を $b \leq x \leq L+b$ とし、周期的境界条件を

$$\psi(b) = \psi(b+L), \quad \psi^{(n)}(b) = \psi^{(n)}(b+L) \quad n=1,2,3,\dots$$

にとると、 $\langle x \rangle = b+L/2$ となって境界にあらわに依存する。平面波では、 S^1 上の至る所で存在確率が一定である。そのような場合には、そもそも S^1 上のどこが位置 x の期待値かという問いに絶対的な意味はない。このことは他の波動関数を用いても同様で、境界 b に必ず依存してしまう。波動関数を固定しても、境界の取り方によって位置の期待値は異なり、同様に $\langle x^2 \rangle$ も、 σ_x もまた境界に依存する。境界の取り方は物理的に意味がない以上、境界に依存しない形で不確定性関係を書き下す必要がある。

§ 4 境界依存性のない力学変数

非積分関数が、 $f(x+L) = f(x)$ なる周期性を満たせば、 $b \sim b+L$ 区間の x 積分が b に依存しないことが分かる。波動関数は周期的境界条件によりこれを満たすが、 x それ自身が周期性を満たさない。これが境界依存性の原因である。そこで代替りの力学変数として最もシンプルな選択は、

$$X = \cos(2\pi x/L), \quad \text{および} \quad Y = \sin(2\pi x/L)$$

を用いることである³⁾⁴⁾⁵⁾。この時、交換関係は以下ようになる。

$$[X, p] = -i(2\pi\hbar/L) Y, \quad [Y, p] = +i(2\pi\hbar/L) X$$

§ 5 2種の不確定性関係と最小波束

二つの交換関係から、Kennard-Robertsonの方法で導かれる不確定性関係はそれぞれ

$$\sigma_X \sigma_p \geq (\pi\hbar/L) \langle Y \rangle, \quad \sigma_Y \sigma_p \geq (\pi\hbar/L) \langle X \rangle$$

である。ここで、Schiffの方法⁷⁾によって、Schwartzの不等式から不確定性関係を導くと同時に、最小波束を求めることができる。最小波束でかつ、周期的境界条件を満たすものに限ると、 $\sigma_X \sigma_p \geq (\pi\hbar/L) \langle Y \rangle$ に対して、

$$\psi_{\min} = [L I_0(\alpha)]^{-1/2} \exp[(\alpha/2) \sin(2\pi x/L)], \quad \alpha = \langle Y \rangle / \sigma_X^2$$

$\sigma_Y \sigma_p \geq (\pi\hbar/L) \langle X \rangle$ に対して、

$$\psi'_{\min} = [L I_0(\beta)]^{-1/2} \exp[(\beta/2) \cos(2\pi x/L)], \quad \beta = \langle X \rangle / \sigma_Y^2$$

両者は S^1 上の位相がずれているだけで基本的に同じものである ($\psi' \approx \psi(x-L/4)$) が、何れも二つの不確定性関係を同時に最小にはできない。($I_0(\alpha)$ は第0次変形ベッセル関数) この分布関数は、円周上の密度分布関数を表す Von Mises 分布と同じである。

参考文献

- 1) E. H. Kennard, Z. phys. 44(1927),326
- 2) H. P. Robertson, Phys. Rev. 34(1929),163
- 3) W. H. Louisell, Phys. Lett. 7(1963),60
- 4) L. Susskind and J. Glogower, Physics 1(1964),49
- 5) P. Carruthers and M. M. Nieto, Rev. Mod. Phys. 40(1968),411
- 6) K. Fujikawa, Prog. Theor. Phys. 124, No.5 (2010),747
- 7) L. I. Schiff, "Quantum Mechanics", third edition, McGraw-Hill (1968)

計算幾何学によるサッカーチームの戦力に結びつく指標の開発

青木 優

静岡産業大学スポーツ科学部、〒438-0043 静岡県磐田市大原1572-1
maoki@ssu.ac.jp

Development of indices linked to the strength of football teams by Computational Geometry

AOKI Masaru

Faculty of Sport Science, Shizuoka Sangyo University,
1572-1 Owara, Iwata, Shizuoka, 438-0043, Japan.

Abstract: The purpose of this study is to develop the indices linked to the strength of football teams. We have developed the indices by Voronoi analysis and Delaunay network analysis, and evaluate the indices in the football match of RoboCup Soccer Simulation (RCSS) 2D league. As a result, it was found that the indices can well explain the score difference.

Keywords: Voronoi tessellation, Delaunay network, RoboCup Soccer Simulation

1. はじめに

近年、サッカーをはじめとするチームスポーツ競技に於いては、IoTや映像解析技術の発展と共に様々なトラッキングデータが採取可能となっており、選手のコンディション管理や戦術分析に用いられている。そこで我々は、それらのデータについてボロノイ解析やドロネー・ネットワーク解析を行うことにより、勝敗に結びつく指標の開発を行っている。今回の発表では、RoboCup Soccer Simulation (RCSS) 2Dリーグのログデータに関して、これまでに開発した指標とその有用性を紹介する。

2. 指標の開発

本研究では、ボロノイ解析およびドロネー・ネットワーク解析を行うことにより、選手とチームに関して、以下に示す指標を開発した。

・各選手に関する指標

(指標1) 対象の選手を母点とするボロノイ多角形の面積

(指標2) 対象の選手とドロネー図上で直接繋がっている同チームの選手の人数

(指標3) 対象の選手について、指標1と指標2を掛け合わせて得られる混合指標

・チームに関する指標

(指標4~6) 指標1~3をそれぞれチーム全員について合計して得られる指標

各選手に関する指標では、相手ゴールからの距離に応じて、その重みが異なると考えられる。そこで本研究では、相手ゴールの中心を原点とし、味方ゴールの中心位置で上側5%

点となる正規分布関数を各選手の指標に掛けて重み付けをおこなう。それにより、選手とチームに関して次の指標が得られる。

- ・重み付けされた選手に関する指標
(指標 7～9) 指標 1～3 をそれぞれ重み付けした指標
- ・重み付けされたチームに関する指標
(指標 10～12) 指標 7～9 をそれぞれチーム全員について合計して得られる指標

3. 結果

2007 RCSS 2D リーグ Main Round の全 49 試合について、前述の指標と各試合の得点差との相関分析を行った。また対象とした選手は、今回はボール保持者のみである。

ボロノイ解析によるチームとボール保持者の占有面積に関しては、重み付けした方が、重み付けしない方に比べて試合結果を良く反映していた。これは、ボールポゼッション率が高くてゴール近くまで攻め込むことが出来なければ、得点に繋がらないことを意味している。また、チームとボール保持者の占有面積を比較すると、ボール保持者の占有面積の方が試合結果を良く反映していた。これは、ボールを持っている選手がより広いスペースを確保して優位な状態でプレイできる方が得点に繋がり易いことを示している。[1]

ドロネー・ネットワーク解析によるチームとボール保持者の選手間ネットワークの回数に関しては、占有面積と同様、重み付けした方が、重み付けしない方に比べて試合結果を良く反映していた。これは、単に選手間ネットワークの回数が高くてゴール近くまで攻め込むことが出来なければ、得点に繋がらないことを示している。また、チームとボール保持者の回数を比較すると、こちらも占有面積と同様、ボール保持者の回数の方が試合結果を良く反映していた。これは、ボールを持っている選手がより高い回数を確保して優位な状態でプレイできる方が得点に繋がりやすいことを意味している。[2]

占有面積と選手間ネットワークの回数を掛け合わせた混合型指標は、前述の2種類の指標と同様、重み付けをした方が、重み付けをしない方に比べて試合結果を良く反映していた。また同様に、チームの指標よりもボール保持者の指標の方が試合結果を良く反映していた。最後に、この混合型指標が、総合的に最も良く試合結果を反映していた。[3]

参考文献

- [1] 青木優, 「サッカーの試合に於ける占有面積と得点差の関係」, 静岡産業大学論集『スポーツと人間』, 第4巻, 第1号, 2019, pp.1-7.
- [2] 青木優, 「サッカーの試合に於ける選手間ネットワークの回数と得点差の関係」, 静岡産業大学論集『スポーツと人間』, 第4巻, 第1号, 2019, pp.9-15.
- [3] 青木優, 「サッカーの試合に於ける占有面積と選手間ネットワークの回数を用いた混合型指標の開発」, 静岡産業大学論集『スポーツと人間』, 第4巻, 第1号, 2019, pp.17-23.

平面・球面・空間におけるボロノイ調節法再考

種村 正美^{*1}

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

*tanemura@ism.ac.jp

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

Masaharu Tanemura¹

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

Abstract: Voronoi adjustment methods were successfully applied to many phenomena by the present author. However, some details of the methods were remained unpublished. In this lecture, the details of the methods themselves are presented especially for the case of three-dimensional Voronoi adjustment method.

Keywords : Voronoi polygon, Voronoi polyhedron, Settlement of territories, Frame pattern of radiolarian, Structure of biological cells

1 はじめに

自然界にはしばしば個体が互いに間隔を空けて配置するパターンが見られる。たとえば動物の「なわばり」の配置や、樹木個体の配置など互いに他を避けるパターンをとる。そのようなパターンの形成をモデル化するために筆者らはかつてボロノイ分割を用いた位置調節法（以下、簡単のため「ボロノイ調節法」）を提案し [2, 4], 動物のなわばり形成を説明することに成功した。この方法は [3] で「adjustment process」として引用されている。筆者はその後、ボロノイ調節法を用いて平面ばかりでなく、球面においても放散虫の骨格構造のモデル [5] を構成したり、空間では生物細胞のモデルなどを手がけた。しかしながらこれまでの発表では、手法そのものについてはあまり詳細に公表してこなかった。とくに空間でのボロノイ調節法については様々な試みを行ってきたものの未公表の部分があるので、今回、最近の成果を含めて提示する（標題は [1] のタイトルを意識してつけられている）。

2 平面・球面におけるボロノイ調節法

いま平面上の矩形領域 A 内に N 個の個体（以下「粒子」と呼ぶ）が存在し、それらの座標を $\{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ と仮定する。そのとき、領域 A 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 $\text{Vor}(x_i)$ は x_i を中心にして他の粒子 $x_j (i \neq j)$ との垂直二等分線で区切られた x_i を含む最小の領域として定義される。

さて、これらの粒子を営巣地におけるなわばり性動物個体と見なすとき、実際の観測では個体配置または巣配置は互いの距離を保つような間隔空けが見られる。各なわばりをボロノイ領域と見なすことが適切であることから、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手法を考案した [2]。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

$$x_i(t+1) = (1/p_i(t)) \sum_{k=1}^{p_i(t)} y_i^k(t) \quad (1)$$

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（たとえば移動距離の総和が既定値以下になるまで）繰り返す。これが平面の「ボロノイ調節法」であった。初期配置としてランダム点配置（ポアソン配置）を用いることが多かったが、安定配置は満足のいく間隔空けのパターンが得られた。

球面においては (1) をそのまま球面に拡張した形式を適用すると期待した配置が得られないことが分ったため、球面三角法を用いた別の手法を開発し、放散虫の骨格構造などの形成モデルとして提出している。球面におけるこのポロノイ調節法については次回の発表で検討する予定である。

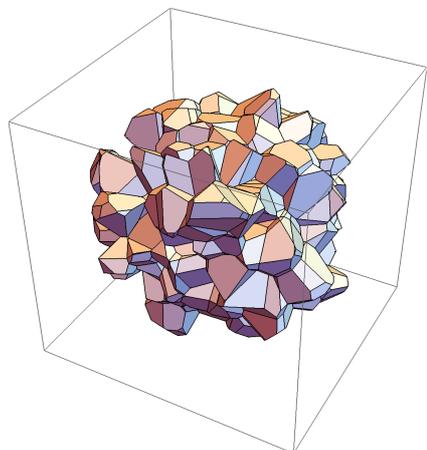


図 1: 空間におけるポロノイ調節法で用いた初期配置の一例。ポロノイ分割の一部を示す。以下同様。

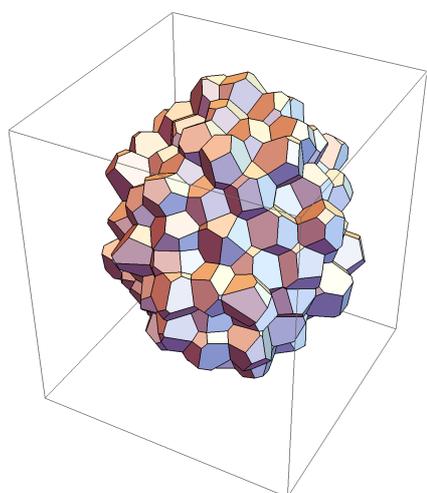


図 2: ポロノイ調節法 (1) 式で得られた配置の一例。初期配置は図 1 のランダム配置。

3 空間におけるポロノイ調節法

3次元空間におけるポロノイ調節法の一つは平面の場合と同様、(1) 式によってポロノイ領域 (3次元では凸多面体) の頂点座標の平均をとる方法である。図 2 は図 1 の初期配置を用いて (1) 式で得られた安定配置に対するポロノイ分割を表す。

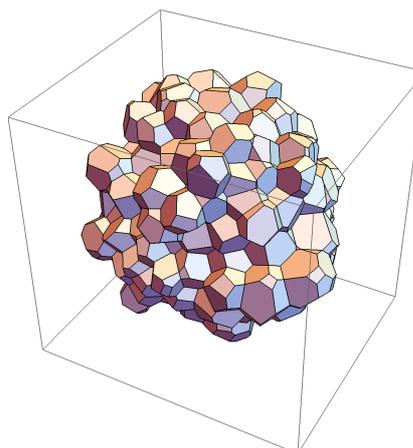


図 3: ポロノイ調節法 (2) 式で得られた配置の一例。初期配置は図 1 のランダム配置。

今回、新たに面に対応する粒子 (隣接粒子) の座標平均をとる次の式

$$x_i(t+1) = (1/q_i(t)) \sum_{k=1}^{q_i(t)} x_i^k(t) \quad (2)$$

に基づくポロノイ調節法を提案する。ここで $q_i(t)$ は時刻 t のポロノイ領域 $\text{Vor}(x_i(t))$ の面数、 $x_i^k(t) (k = 1, \dots, q_i(t))$ は各面に対応する隣接粒子である。図 3 は図 1 の初期配置を用いて (2) 式を繰り返し適用して得られた安定配置の例である。講演では二つのポロノイ調節法の差異を定量的に分析するとともに種々の初期配置に対する結果などを考察する。

参考文献

- [1] フェイエシュ・トート「配置の問題 — 平面・球面・空間における」(樋口伊佐夫・種村正美 [訳] みすず書房 (1983).
- [2] Hasegawa, M. and Tanemura, M. (1976). On the pattern of space division by territories. *Ann. Inst. Statist. Math.*, **28B**, 509–519.
- [3] Okabe, A., Boots, B., Sugihara, K. and Chiu, S. N. (2000). *Spatial Tesselations — Concepts and Applications of Voronoi Diagrams.*, John Wiley & Sons, Chichester.
- [4] Tanemura, M. and Hasegawa, M. (1980). Geometrical models of territory I — Models for synchronous and asynchronous settlement of territories. *J. Theor. Biol.*, **82**. 477–496.
- [5] Tanemura, M. (1998). Random packing and tessellation network on the sphere. *Forma*, **13**. 99–121.
- [6] Tanemura, M. (2008). Voronoi adjustment model on 2-sphere for small number of points. *Numerical Geometry, Grid Generation and High Performance Computing*. 157–181.

周期的連鶴タイリング

吉野 隆

東洋大学理工学部、〒350-8585 川越市鯨井 2100

tyoshino@toyo.jp

Periodic Tilings of Renduru

Takashi Yoshino

Department of Mechanical Engineering, Toyo University

Kujirai 2100, Kawagoe, 350-8585

Abstract: We consider the variations of Renduru, conjoined origami cranes. The traditional Renduru were summarized in the famous book titled “秘伝千羽鶴折形” published in the Edo period. Recent researches revealed that the origami cranes could be folded non-square paper sheets. Incorporating the results, we construct a list of variations of Renduru consisted of congruent quadrilaterals. At present, we find ten types of Renduru-foldable tilings.

Keywords: Renduru, origami cranes, periodic tiling

1. はじめに

連鶴とは適切な切れ目が入った 1 枚の紙から折られた連結している複数の折鶴である [1]. 1798 年に刊行された「秘伝千羽鶴折形」には様々な連鶴の展開図と完成図が狂歌とともに紹介されている. 折鶴は正方形の紙から作られるので, 完成図を折り上げるためにはどのような紙をどのような正方形で分割すれば良いのかが展開図として描かれていると考えて良い. 一方, 近年の折り紙技術の発展から, 折鶴は非対称な四角形からも折ることができることが示されている. 川崎 [2] によれば, 折鶴を作ることが可能な必要十分条件は四角形 (紙の形) が内接円を持つことである. 従って, 正方形ではない四角形で紙を分割することによって, これまでにない連鶴を作ることができる可能性がある. 本研究ではこのような新しい連鶴の可能性を検討した. 問題を限定するために, 以下に示す「周期的連鶴タイリング」という語を導入し, その定義に合うタイリングの種類を検討した. 全ての可能性の検討はまだ終了していないが, 一種類の合同な四角形の場合については終了しているので本研究で報告する.

2. 周期的連鶴タイリング

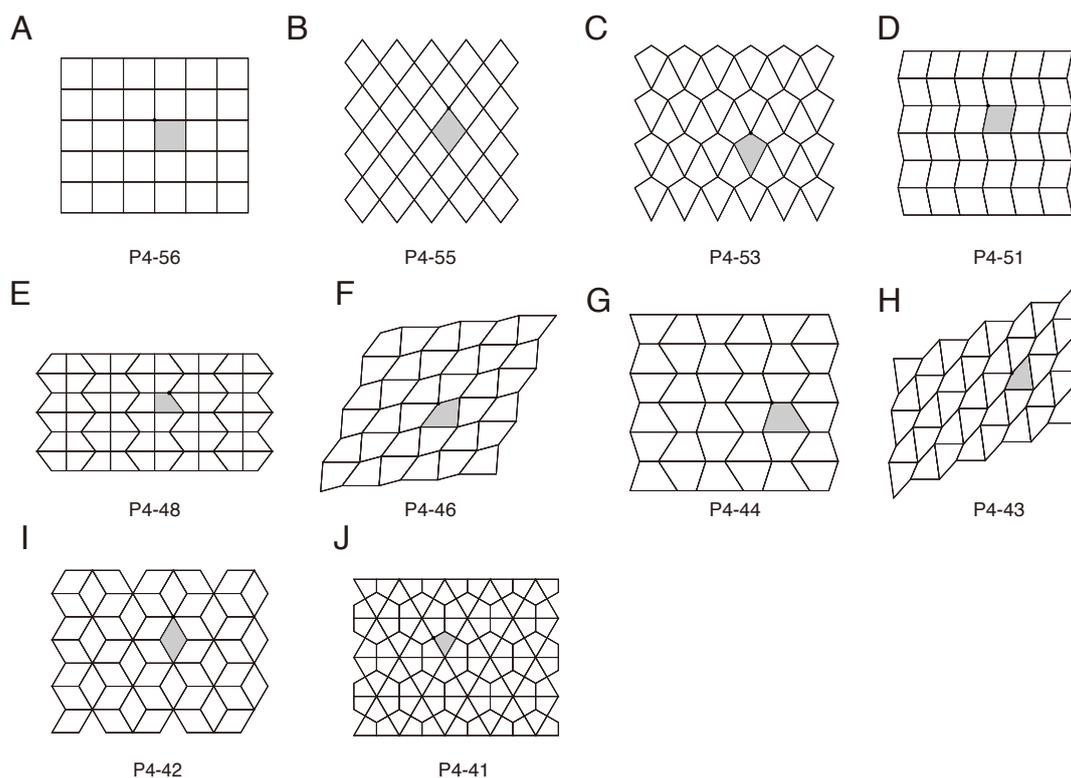
以下の三条件を満たす四角形タイリングを周期的連鶴タイリングと定義した.

- (1) 無限平面における合同な四角形もしくは複数の四角形に分割できる合同な多角形による周期的なタイリング (境界の形による違いを排除する)
- (2) タイリングを構成する四角形は内接円を持つ (折鶴を作ることができる)
- (3) すべての四角形は頂点を共有する (それぞれの折鶴は他の折鶴と嘴・羽の先端・尾のいずれかで連結している)

一種類の四角形を用いた周期的連鶴タイリングを調べるために，文献[3]に挙げられた56種類の四角形タイリングについて検討した．具体的には，頂点が隣の四角形の辺上にならないもの（“edge-to-edge”という）17種類について，内接円を持つ四角形でもタイリングが可能かを調べた．辺の比と四角形の並べ方の情報をもとに，四角形が内接円を持つ条件「向かい合う辺の和が等しい」を適用したときに，そのタイリングを実現することが可能かを調べた．実はペンローズ・タイリングは連鶴を折ることができるタイリングであるが，条件(1)の「周期的」に適さないので，今回の検討からは外れている．

3. 結果

周期的連鶴タイリングの条件を満たしたタイリングは10種類あった．内接円を持つ四角形を用いて描いたタイリングを下の図に示す．文献[3]の分類において付けられたタイリングの名称を図の下に示している．Aは古典的な連鶴の構成である．Cは四角形が扇形をしており伏見と伏見[4]が見つけた折鶴による連鶴となっている．DからHは内接円条件のために新たな制約が加わることがわかった．IとJは頂点次数が3または6であり，他の八種類とは異なるタイプの連鶴と言って良いだろう．



文献

- [1] 岡村昌夫 (2006), 改訂版 つなぎ折鶴の世界—連鶴の古典「秘伝千羽鶴折形」, 本の泉社
- [2] 川崎敏和 (1998), バラと折り紙と数学と, 森北出版
- [3] B. Grünbaum and G. C. Shephard, Tilings and Patterns (1987), pp. 700, W. H. Freeman and Company.
- [4] 伏見康治, 伏見満枝(1984), 折り紙の幾何学, 日本評論社

視覚障害者が解剖学を学ぶ為の人体臓器模型の開発

小池彰寛¹, 寺口さやか², 手嶋吉法³

¹元 千葉工業大学, ²広島県立広島中央特別支援学校

³千葉工業大学 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

Development of human organ models for the visually impaired to learn anatomy

Akihiro Koike¹, Sayaka Teraguchi², and Yoshinori Teshima^{3*}

¹Former student of Chiba Institute of Technology,

²Hiroshima Central Special Support School

³Department of Innovative Mechanical and Electronics Engineering, Faculty of Engineering,
Chiba Institute of Technology, 2-17-1 Tsudanuma, Narashino, Chiba, 275-0016 Japan

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

Abstract: We created a simplified model of each organ of the human body and arranged them to develop a three-dimensional teaching material for understanding the positional relationship and connection of each organ.

Keywords: tactile recognition, teaching material, organ of the human body, 3D printing

はじめに

視覚障害者が解剖学を学ぶ際、テキストの図や写真を理解できない為、触覚教材の活用が重要となる。市販の人体模型よりも小さく、簡易的な模型が必要となる[1]。本研究では、広島中央特別支援学校理療科教員からの要望により、人体の各臓器を簡略化した模型を製作し、各臓器の位置関係や繋がりを理解するための立体教材を開発する。

模型開発

模型を開発する上でのポイントは、各臓器をハンドリングしやすい大きさにする、各臓器の簡略化、台座への収まり具合の安定性の3つが挙げられる。第一次模型と第二次模型の2種類を製作して当事者に評価を頂いた。

第一次模型の作製

第一次模型では、各臓器パーツを簡略化したものを、3DCAD(Fusion360)を使用して形状データを作成し、3Dプリンタ (AFINIA H800+)を使用して造形を行った。使用した素材はPLAである。第一次模型の特徴として、各臓器パーツが直線的あるいは平面的な形状をしている、台座との隙間が小さく取り外しにくい、台座の角が尖っていて危ないといった点が挙げられる。

第二次模型の作製

第一次模型に対して自己評価を行い、そこで挙げられた課題点を改良したものを第二次模型として作製した。使用した3DCADと3Dプリンタ、素材は第一次模型と同じである。第

二次模型の特徴としては、心臓が肺に包まれている様に作製し、消化器系の繋がりがわかるように胃に食道の終わりと十二指腸の始まりを示す管を付与した。第一次模型では溝の隙間がなく、取り外しがしにくかった為、第二次模型では溝の隙間を大きく作製したが、2.3 で述べるように臓器パーツが動きやすく不安定になってしまった。また台座の余白部分を減らした事で、手で持ちやすくした。

当事者評価

作製した模型2種類を広島県立広島中央特別支援学校理療科に郵送し、実際に使用してもらい評価して頂いた。その評価を基に改良版の模型を作製中である。頂いた評価の一部を以下に示す。

- ・弱視生徒も使えるように各系統の臓器パーツで色を分けて作製する
- ・臓器パーツは大きめの方が使いやすい
- ・胃の左上に脾臓があると良い
- ・臓器がしっかりはまる方が使いやすい

第三次模型の開発

当事者評価で挙げられた改良点を取り入れた模型を開発した。主な変更点としては、現状小さい臓器パーツをひと回り大きくし、脾臓を作成し、形状と配置をより実物に近づけるといったことが挙げられる。この点を踏まえて改良模型を作製した(図3)。

参考文献

[1] 寺口、手嶋、中島、中野、「椎骨の拡大模型の作製 — 視覚障害者の解剖学理解の為に」、形の科学会誌 第25巻 第1号(2010) 91-92、(第69回形の科学シンポジウム予稿)



図1 第1次模型
土台：縦 220mm、横 150mm

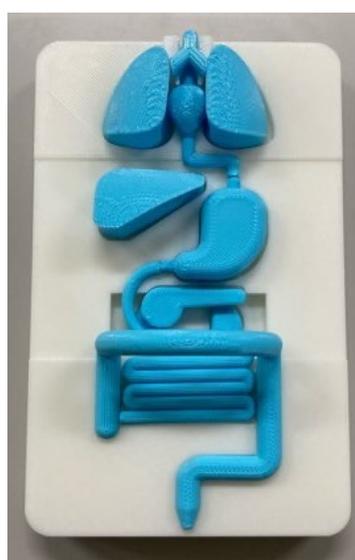


図2 第2次模型
土台：縦 190mm、横 120mm



図3 第3次模型
土台：縦 190mm、横 120mm

回折対称の上昇の再検討-2

松本 崧生

金沢大学名誉教授

自宅：石川県 金沢市 土清水 2-77

<matsumoto.ty@gmail.com>

Reexamination for Enhancement of Diffraction Symmetry - 2

Takeo Matsumoto, Emeritus Professor Kanazawa University

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

Abstract: We are trouble with the corona virus without signs for depression. From Director, Health Service Center, Ishikawa Prefecture and Kanazawa City are in danger of the rapid speed of new corona virus infections and declared emergency.

A. L. Patterson found three homometric quadruplets from the cyclotomic sets: $n=16$, $r=8$ (full red circles), 3 Types (Type-I, Type-II, Type-III). These are homometric structures. In 89th meeting, we discuss on Type-II in detail. Each quadruplet has a quartet. And a quartet is composed of four sets. There are $4 \times 4=16$ sets for each quadruplets, and 8 independent sets. This time (90th meeting) is discussed on the fundamental problem, “ how to find the origin of the one dimensional periodic pattern”.

Keywords: Diffraction symmetry, enhancement, homometric structure, cyclotomic set, quadruplets.

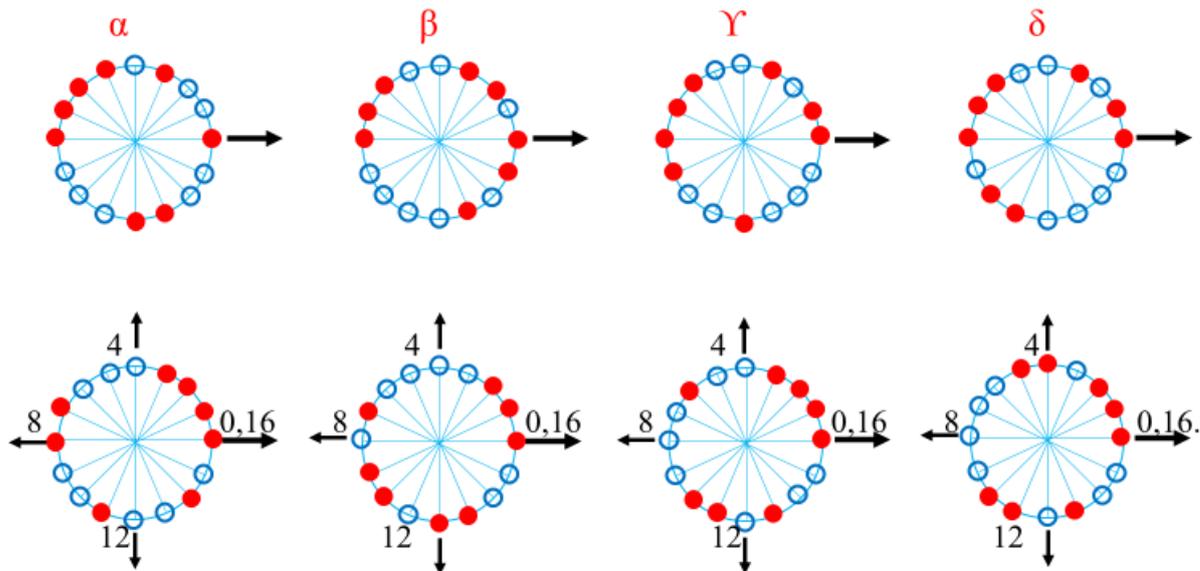
はじめに. 世界的な新型コロナウイルスの猖獗、石川県・金沢は、新型コロナウイルスの感染に歯止めがかからない。新規感染者が相次ぎ、石川県の拡大がとどまらない。「石川県非常事態宣言」を発令し、「まん延防止等重点」を申請中,2021.5.12.記す。

1. 長崎、仙台、千葉、のシンポジウムで、homometric structure について検討してきた。Friedel 's law 以上の回折対称を示す現象は、回折対称の上昇と言われる。これらは、古く古典的問題であるが、homometric 問題とも関連して再検討してきた。1次元の周期配列を、円周上の点配列で 表現 (Circular representation)するのは、Patterson(1944), Buerger (1977,1978), Chieh(1979)等の研究もある。古典的工作である。
2. **4重 homometric 構造.** 分割個数 n は $n=16$, 存在点 (赤点または黒点) $r = n/2 = (n-r) = 8$ の homometric 構造 3 タイプのうち、Type-II についての再検討を報告した。4重 homometric 構造 Type-II- α , Type-II- β , Type-II- γ , Type-II- δ で、応用価値もあり結晶は原子の赤充点、白空点配列構造、さ

らに、Type-II Quartet も記した。

3. 89 回、2020. 12. 5, 6. シンポジウムで、回折対称上昇問題の再検討をした。今回はその続きである。とくに、原点のとりかたについて、考察しよう。
4. 先ずは、点配列の対称性を考え、一番多い配列のものを、原点にもってくる。それを基本として考えればよい。
5. Type-II Quartet で行った実例を示す。

Type - II - : 3 typesのうちの 1 type . Homometric quardruplet.n=16,r=8.



Patterason(1939,1944), Buerger(1959,1976,1979), Hosemann,Bagchi(1954), Iwasaki(), Sadanaga(), Ohsumi(),etc.

6. 他の場合についても同様に行えばよい。
Type-I, Type-III についての実例も示したい。

新型コロナウイルスの猖獗に負けずに打ち勝ちましょう。

参考文献

- Martin J Buerger, [Vector space], (1976), Zeit.Krist.143,79-98.,(1978),
Can.Mineral.16,301-314(1978)
Chung Chieh (1979) Zeit. Krist.150,261-277.
J. E. Iglesias (1980): Zeit. Krist.150,279-285.
H. Iwasaki (1972) Acta Cryst, A28,253: (1974) A30,173: (1975) A31,S6
T. Matsumoto (1975)Acta Cryst. A31,S6.,
T. Matsumoto, K. Kihara, H. Iwasaki (1974)Acta Cryst.A30,107-108.
A. L. Patterson (1944) Phys. Rev., 65, 195-201., (1939) Nature **143**, 939-940.

「島の周りの島階層」を理解するためには何が必要か

山口喜博*1

What is needed to understand the island-around-island hierarchy?

Yoshihiro Yamaguchi

Abstract: The area-preserving map T included in the Hénon family defined on a plane is studied. The map T includes one parameter a (> 0). Suppose that the Smale horseshoe \mathcal{H} exists at $a \geq a_c^{\mathcal{H}}$. Every orbit in \mathcal{H} is coded by two symbols 0 and 1. The periodic orbit with period q is characterized by code which is the set of q symbols. The elliptic fixed point Q undergoes the first order rotation bifurcation with increase of a . As a result, the elliptic periodic orbit (p/q -BE) and the saddle one (p/q -BS) appear where p/q ($0 < p/q < 1/2$) is the rotation number measured by T as a unit. The elliptic periodic orbit ($p/q : r/s$ -BE) and the saddle one ($p/q : r/s$ -BS) appear through the second order rotation bifurcation of p/q -BE. Here, r/s ($0 < r/s \leq 1/2$) is the rotation number measured by T^q as a unit. First, the coding rules to determine codes of $p/q : r/s$ -BE (BS) are proved. Next, the procedure to judge the stability of $p/q : r/s$ -BE(BS) just after the appearance is derived. Finally, the bifurcation processes of $p/q : r/s$ -BE(BS) are classified and the exchange of the dominant axis is proved. This is the first step to understand the island-around-island hierarchy.

Keywords: Smale horseshoe, Rotation bifurcation, Code, Coding rule

パラメータ $a(> 0)$ を含む平面における面積保存写像 T を考える. $a \geq a_c^{\text{HS}}$ を満たすパラメータ領域で, 写像 T にはスメールの馬蹄が存在するとしよう. この条件を満たす写像として本報告ではエノン写像族に含まれる写像を利用する [1].

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

ただし, $f(x) = a(x - x^2)$ ($a > 0$). 写像 T における臨界値 a_c^{HS} は $a_c^{\text{HS}} = 5.17660536904 \dots$ である.

スメールの馬蹄内では, 全ての軌道は記号 0 と 1 で記号化される. 周期 q の周期軌道の場合, q 個の記号の集まりをコードと呼ぶ. コードに関する定理 1 が議論の出発点である.

定理 1. スメールの馬蹄に存在する周期軌道とコードは一対一対応をなす [1].

面積保存写像 T の楕円型不動点 Q はパラメータの増加にともない回転分岐を起こす. この回転分岐を一次の回転分岐と名付ける. 一次の回転分岐で生じた楕円型周期軌道を p/q -BE と書き, サドル型周期軌道を p/q -BS と書く. ここで, $0 < p/q < 1/2$. これらの周期軌道の記号化規則については参考文献 [1,2] を見られたい. コードの例として, $2/5$ -BE のコードは $E(2/5) = 01101$ で, $2/5$ -BS のコードは $S(2/5) = 11101$ である. $E(2/5)$ と $S(2/5)$ はブロックである. 周期軌道の記号 0 と 1 による表現をコードと呼び, ブロックによる表現をブロックコードと呼ぶ [1]. 次に p/q -BE が回転分岐を起こして生じた楕円型周期軌道とサドル型周期軌道を $p/q : r/s$ -BE と $p/q : r/s$ -BS と書く. これらを二次の回転分岐で生じた周期軌道と呼ぶ. ここで r/s は写像 T^q で定義された回転数である. 周期は qs である.

*1 連絡先: 千葉県市原市国分寺台中央 2-4-14, chaosfractal@iCloud.com

$p/q : r/s$ -BE(BS) のコードを決める記号化規則 (周転円法) は参考文献 [2] で最初に提案された. この規則では領域 0 と領域 1 の境界に位置する軌道点が二つ存在する. これらの軌道点の記号化規則を必要とするため周転円法は利用しにくい. 筆者らは周転円法による記号化規則の曖昧さを排した記号化規則 (ブロック記号法規則) を導入した [3]. ブロック記号法規則で得られたブロックコードを持つ対称周期軌道が回転分岐で生じることを証明する必要があったが未解決のまま残した. この問題は周転円法においても存在する. 数値計算主導の場合, このような問題に関わっていると先に進めないという事情がある. 筆者は理論家としてこの問題を等閑視できない. 最近, 筆者は消去法を利用しブロック記号法規則で得られたブロックコードで記述される対称周期軌道が回転分岐で生じることを証明した.

周期軌道が生じた直後における $p/q : r/s$ -BE(BS) の安定性を判定する方法として, 通常は線形解析を行い安定性を判断する. このような計算ができるのは周期が短い場合に限られる. ブロックコード $E(1/3)D(1/3)E(1/3) = 001 \cdot 111 \cdot 001$ と $E(1/3)S(1/3)F(1/3) = 001 \cdot 101 \cdot 011$ が, $1/3$ -BE の回転分岐で生じる. コードの性質を利用した安定性の判定法がなかったが, 筆者が導入した新しい手順によってブロックコードの性質のみで, 前者がサドル型で後者が楕円型であることが判定できるようになった. 新しい概念としてコードの \hat{d} -偶奇性を導入した. これとコードの偶奇性と合わせて安定性が判定できるようになった.

二次の回転分岐で生じた対称周期軌道の分岐過程の分類をコードの偶奇性と \hat{d} -偶奇性を利用して行なった. また二次の主軸に関して数値計算 [2] で得られていた主軸の交代の証明を与えた. これによって二次の回転分岐で生じた対称周期軌道の性質は全て明らかになった.

回転分岐の様子を図 1 に模式的に描いた. 楕円型不動点の周りに「島の周りの島構造」が構成される. このような自己相似構造は概念だけが先行し, 本質は全く理解されていなかった. 「島の周りの島構造」の統計的な性質の議論だけでは隔靴搔痒の感を否めない [4]. さて, 次の一步である三次の回転分岐を理解するためには何が必要なのだろうか.

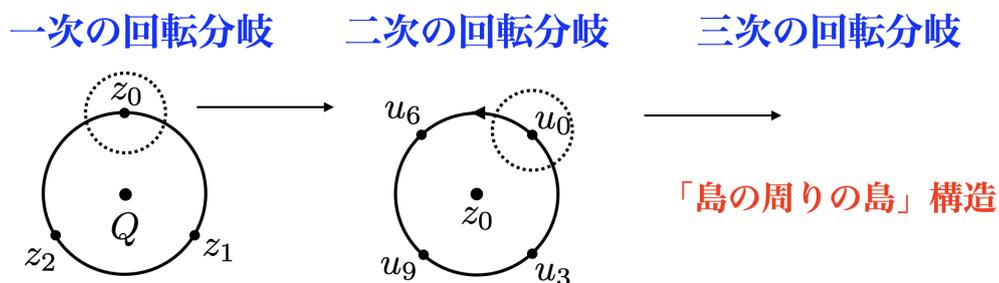


図 1 楕円型不動点の一次の回転分岐, 二次の回転分岐, 三次の回転分岐.

参考文献

[1] 山口喜博, 谷川清隆, 馬蹄への道 (共立出版, 2016).
 [2] Dullin, H. R., Meiss, J. D. and Sterling, D., Symbolic codes for rotational orbits. SIAM J. Appl. Dyn. Sys. 4 (2005), 515-562.
 [3] Yamaguchi, Y. and Tanikawa, K., A new interpretation of the symbolic codes for the Hénon map. II, Prog. Theor. Phys. 125 (2011), 435-472.
 [4] Alus, O., Fishman, S. and Meiss, J. D., Statistics of the island-around-island hierarchy in Hamiltonian phase space, Phy. Rev. E 90, 062923 (2014).

若年者および高齢者の視線運動に関する判別

板津佳希¹, 平田隆幸¹, 高田宗樹^{1*}

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

*takada@u-fukui.ac.jp

Classification of radial motions of the young and the elderly

Yoshiki Itazu¹, Takayuki Hirata¹, Hiroki Takada¹

¹Department of Human and Artificial Intelligent Systems, Graduate School of Engineering,

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

Abstract: It has been also reported that the motion sickness is induced by visual approaches especially in the peripheral vision. In this study, we measured radial motions during the peripheral or foveal vision of 3D video clips. Statistical machine learning was conducted to classify sample data into two types of radial motion processes. Ten healthy young males and six healthy elderly people voluntarily participated in this study. Their radial motions were measured while viewing a 3D video clip in the peripheral/foveal vision. As a result, a maximum value of the accuracy was 95.7 percent obtained from the sequences for 10 s as a sample size of the machine learning to classify test-data into those in the peripheral/foveal vision.

Keywords: Radial Motions, Machine Learning, Convolutional Neural Network (CNN).

1. はじめに

人の視覚情報は、細胞生物学的に周辺視野と中心視野とに分かれ、脳内にて処理される。一方、映像酔いは、視認方法に依存し、特に周辺視によって誘発されるという報告がある^[1]。また、視線の運動過程に加齢に伴う変化が見出されている^[2]。そこで本研究では、若年者と高齢者の分類判定の違いや判定精度のデータ長依存性について明らかにすることを目的として、若年者と高齢者を対象に 3D 映像を周辺視認または中心視認させたときの視線運動を計測した。

2. 方法

被験者は、正視である若年男性 10 名(以降、平均 ± 標準偏差: 22.67 ± 0.78 歳)と高齢者 6 名(75.0 ± 8.2 歳)を対象に実験を行った。映像視認には、Sky Crystal(オリンパスメモリーワークス)をもとに同社の許可を得て再構築したものを使用した。計測は暗室で行い、計測姿勢は立位ロンベルグ姿勢とした。立体映像を周辺視認または中心視認の方法で 60 秒間視認させ、この間の視線運動を計測した。映像視認には、55 インチの 3D ディスプレイ 55UF8500 (LG)を用い、視距離は 2 [m]とした。計測装置には、アイマークレコーダーEMR-9(ナックイメージテクノロジー)を用い、映像視認時の各サンプリング時間での注視点の位置を記録した。尚、サンプリング周波数は 60 [Hz]とした。

中心視認時および周辺視認時において、計測した視線運動について、系列長を 1、2、3、4、5、10、20 秒間とした時系列データを、それぞれ抽出した(Table. 1)。これらの時系列をデータセットとし、統計的機械学習を行い、周辺視と中心視の分類を行った。尚、周辺視を陰性(Negative / 0)、中心視を陽性(Positive / 1)とした。ここで、訓練データとテストデータの検証手

法には、leave one out 法^[3]を用いた。学習モデルには回帰型ニューラルネットワークにおけるゲート機構である Gated Recurrent Unit (GRU)^[4]と空間情報を捉えることができる Convolutional Neural Network (CNN)を組み合わせたモデルを用いた。

Table. 1 系列長ごとのデータ数

系列長[s]	データ数
1	2380
2	2340
3	2300
4	2260
5	2220
10	2020
20	1620

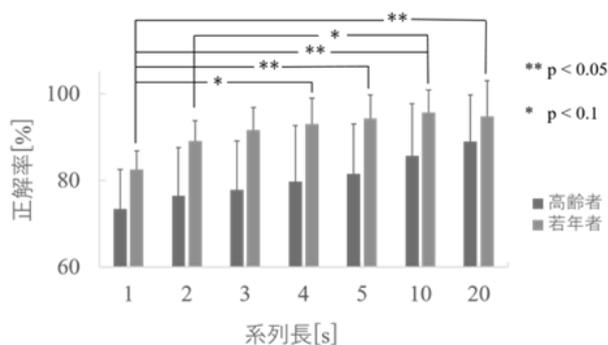


Fig. 1 系列長ごとの正解率

3. 結果

上述の時系列データセットを用いた統計的機械学習を行い、正解率を求めた結果、系列長に依存して、正解率の値が増大した(Fig. 1)。

また、正解率の値について、フリードマン検定を用いて系列長間に差があるかを検討した。尚、本研究では有意水準を 0.05 とした。分散分析の結果、この増大は統計学的に有意である一方で、正解率の最大値は 10 秒間の区間長としたときであった。

4. 考察

統計的機械学習による解析結果より、高齢者に比べ若年者の方が、正解率が高いことが示された。高齢者には周辺視を指示した。しかし、加齢に伴う体平衡機能の低下により、立位姿勢保持のために、より視覚情報を要して中心視をしている可能性がある。そこで、正解率が減少したことが考えられる。

若年者の場合、正解率は系列長を 10 秒間に設定した時に最大値をとった。周辺視認時において混入する衝動性眼球運動は、20 秒間に数回程度、不随意に生じる一方で、中心視認時における固視微動に含まれるフリックと同様な運動パターンであり、周辺視が中心視に分類されて、正解率が下がった可能性が考えられる。

参考文献

- [1] Takada M. et al. “Peripheral viewing during exposure to a 2D/3D video clip,” effects on the human body, *Environ Health Prev Med.*, Vol.20(2), pp.79-89, 2015.
- [2] 山中仁寛, 中西由佳, 川上満幸 “若年者と高齢者の視覚情報処理における眼球運動の違いに関する研究,” *日本生理人類学会誌*, 13 巻 1 号, pp.39-48, 2008.
- [3] Stone M. “Cross-validation and multinomial prediction,” *Biometrika*, Vol.61, No.3, pp.509-515, 1974.
- [4] Kyunghyun C, van M Bart, Caglar G, Dzmitry B, Fethi B, Holger S, Yoshua B “Learning phrase representations using RNN Encoder-Decoder for statistical machine translation,” *Proc. EMNLP 2014*, pp.1724–1734, 2014.

コラッツ木の分解について A decomposition of the Collatz tree

宮崎修次

〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町,
京都大学大学院情報学研究科

miyazaki.syuji.8m@kyoto-u.ac.jp

Syuji Miyazaki

Graduate School of Informatics,
Kyoto University, Yoshida-Honmachi,
Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501, Japan

Abstract: The Collatz tree, or the directed graph of $3x+1$ problem, was demonstrated to be decomposed into three different V-shaped subgraphs. An arbitrary positive integer is assigned uniquely to a specific position of the nodes of either of the three subgraphs. The manner of connecting a specific subgraph to its neighboring subgraphs is explicitly given.

Keywords: Collatz conjecture, Collatz tree, directed graph, input degree, output degree

コラッツの問題 [1] とは, 任意の自然数 n をとり, n が偶数であれば, 2 で割り, 奇数であれば, 3 倍して 1 を足す操作を繰り返すと, 有限回の操作のうちに $4 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 4$ という周期軌道に達するという数論の未解決問題の一つである. この操作による自然数のつながりを有向グラフで表したものがコラッツ木である. このコラッツ木の各ノード (自然数) は入次数 2 か 1 のいずれかである. コラッツ木の二股に分かれている自然数を中心にして, 隣接する自然数 3 個, 2 個, 1 個の自然数を組みにした

四重項, 三重項, 二重項という V 字型のモジュールのいずれかに分解できる. 二重項には, m を自然数とすると, $2^1(6m-3)$, $2^2(6m-3)$, $2^3(6m-3)$, $2^4(6m-3)$, \dots という無限に続く枝がつながっており, シャルコフスキー列 [2] を連想させることからシャルコフスキー枝と呼ぶことにする. 任意の自然数はこれらの 3 種類のモジュールのいずれかに属し, どのモジュールも奇数をひとつだけ含む. 本講演では, このようなコラッツ木の分解について述べるとともに, コラッツ問題の操作を表す写像とカオス同期の破れを解析するために導入された写像 [3] に類似性があることから, カオス同期 [4] に関連して現れる自己相似性がコラッツ問題にも現れるかどうかの考察についても扱う予定である.

参考文献

- [1] イアン・スチュアート, 数学の魔法の宝箱 SB クリエイティブ (2010).
- [2] Sharkovskii, A. N., Co-existence of cycles of a continuous mapping of the line into itself, *Ukrainian Math. J.* **16**, pp.61-71, (1964).
- [3] Syuji Miyazaki and Hiroki Hata, Universal scaling law of the power spectrum in the on-off intermittency, *Phys. Rev. E* **58**, pp.7172-7175, (1998).
- [4] 藤坂博一, 福島和洋, 井上政義, 山田知司, カオス間転移とオンオフ間欠性, 日本物理学会誌, **51**, pp.813-820, (1996).

ひまわりの Parastichy pairs を決定する

根岸利一郎¹, 関口久美子²

¹ 科学リテラシー研究所, 深谷市上柴町西 6-15-7

² 埼玉工業大学, 深谷市普濟寺1690

rikuway.negishi@gmail.com

Determining Parastichy pairs of florets within sunflowers

Riichirou Negishi¹, Kumiko Sekiguchi²

¹ Research Institute of Science Literacy, 6-15-7 Kamishiba-nishi, Fukaya, Saitama, 366-0052

² Saitama Institute of Technology, 1690 Fsaaji, Fukaya, Saitama, 369-0293

Abstract: Sunflower florets spirally fill the head inflorescence. The spirals are represented by Parastichy pairs. The Parastichy pairs can be determined as two peak values by the Discrete Fourier Transform (DFT) method with the florets positions simulated. This can apply to real sunflowers to determine their Parastichy pairs.

Keywords: Discrete Fourier transform, Fibonacci number, Golden ratio, Parastichy pairs, Sunflower seeds

1. はじめに

ひまわりの種は頭頂花を秩序だてて埋め尽くす(図1)。その種の並びは図の白線のようにらせん状に連なり、一周でのらせん数は一方が 89 本, 他方が 144 本と目視で確認できる。この 2 数は Parastichy pairs (以後 Pp) と呼ばれる。ここでは実在のひまわりでの Pp 決定を報告する。

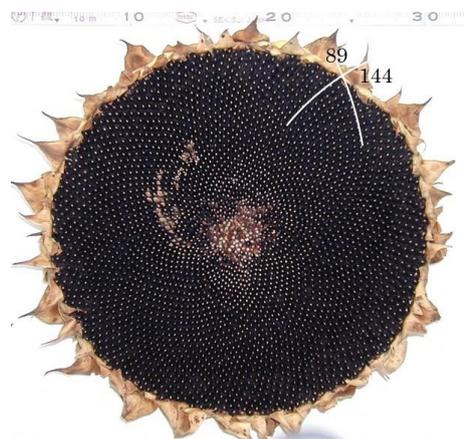


図1 典型的なひまわりの種の並び

2. Parastichy pairs の決定

黄金角開度を使ったシミュレーション(図2)から Pp は目視で 89 本と 144 本に確認できる。図2の黒い観測対象 400 点に Discrete Fourier Transform(DFT)を適用すると図3が得られる(Negishi et al.,2017)。図の第1と第2ピークとサンプル数相対位置から 89 と 144 が Pp として求まる。

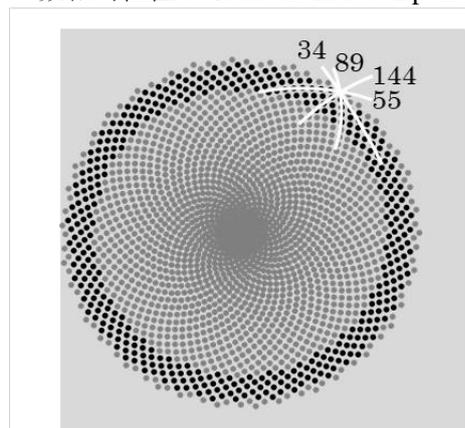


図2 黄金角開度を使ったシミュレーション

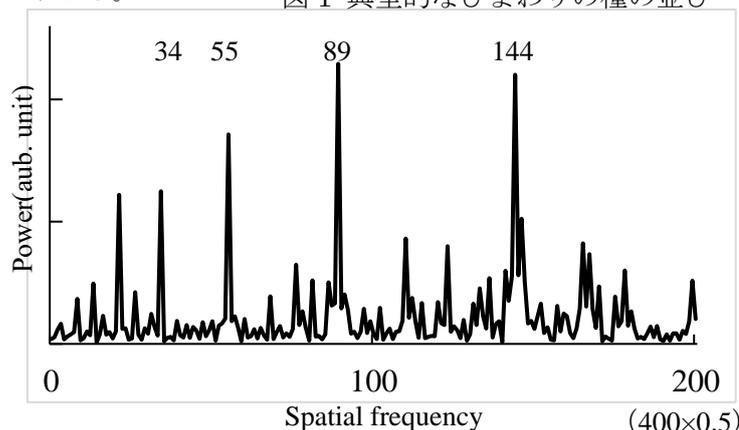


図3 図2の黒点400点についてのDFT結果

図4は典型的なひまわりであり、頭頂花の小花が秩序を保って並ぶ。周辺部での小花の連なりらせん(白線)を目視で一周して数えると 55 と 89 の Pp が確認できる。これら小花位置を読み取った位置データの周辺部 300 点に DFT を適用すると図5の細線が得られる。図の細線には多数のピークが現れ、自然界での小花の間隔の多様さを反映する。この結果にガウス関数によるコンボリューションを施すと太い実線が得られる(根岸ほか,2020)。この結果グラフとサンプル数 300 の相対位置から Pp として第1ピーク 89 と第2ピーク 56 を読み取ることができる。

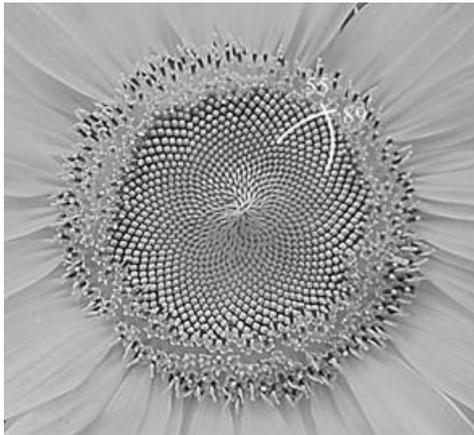


図4 ひまわりの小花の並び

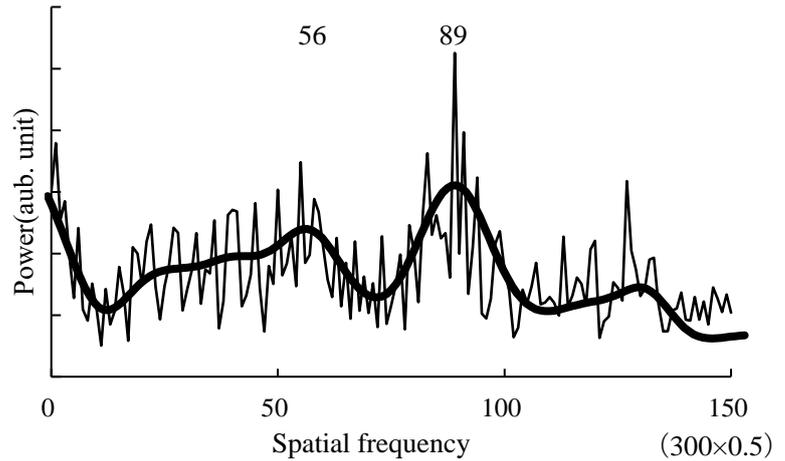


図5 小花位置抽出結果へのDFT結果(細線)とコンボリューション(太線)

図6(a)は表面に大きな傷があり、連なりらせんを一周して数えられない場合である。種位置は抽出できる(図6(b))ので、位置抽出点外周部の黒い300点にDFTを適用すると図7(a)の細線が得られ、コンボリューションを施した結果の太線からPpとして86と129が得られる。また図6(b)の点線で示した扇形の対象領域内110点もらせん数を数えることはできないがDFT結果の図7(b)の細線とコンボリューション結果の太線から、Ppとして22と47が特定できる。

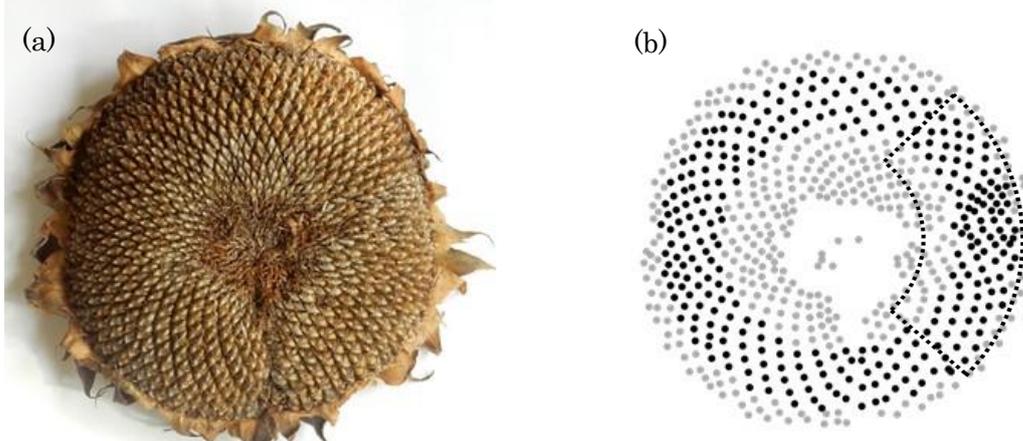


図6 連なり数が目視で計数できないひまわり(a)と抽出した種位置(b)および対象黒点

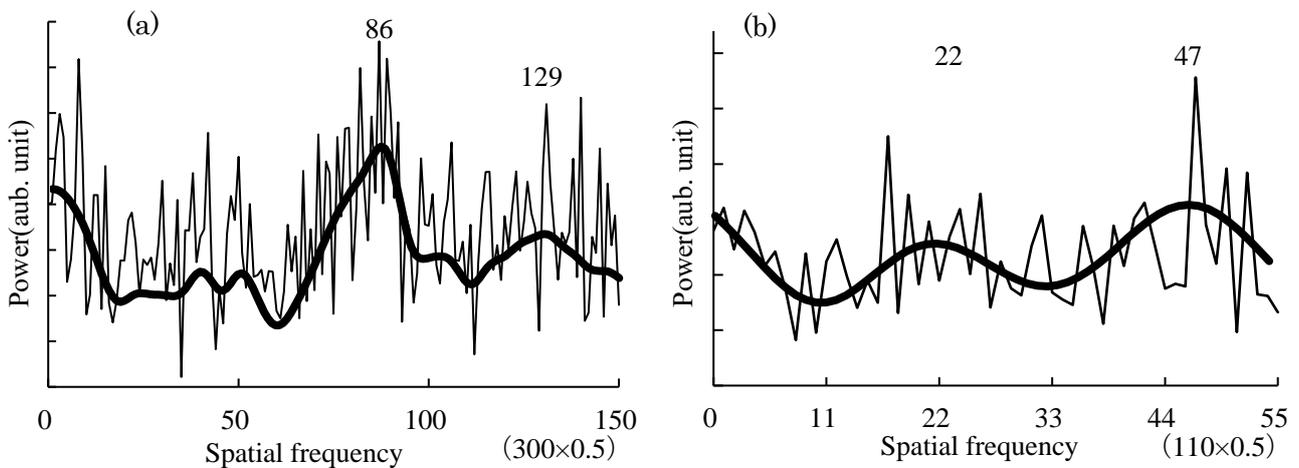


図7 抽出した黒点300点のDFT結果(a)と扇形内110点の結果およびコンボリューション(太線)

Negishi, R., Sekiguchi, K., Totsuka, Y. and Uchida, M. (2017), *Forma*, **32**, pp.19–27.

根岸ほか(2020), 第90回 形の科学シンポジウム。

新規な病態診断手法：組織の伸展応答パターンの活用

田上幸歩¹, 鷹取慧¹, 鶴山竜昭², 池川雅哉¹, 水谷健一³, 剣持貴弘¹, 吉川研一¹
同志社大学¹, 大阪北野病院², 神戸学院大学³

Mail address: ctuf0033@mail4.doshisha.ac.jp

Smart Diagnosis on Disease State based on Characteristic Cracking Pattern by Stretching Response of Tissue Slice

Yukiho Tagami¹, Satoshi Takatori¹, Tatsuaki Tsuruyama², Masaya Ikegawa¹,
Kenichi Mizutani³, Takahiro Kenmotsu¹, Kenichi Yoshikawa¹
Doshisha Univ¹, Kitano Hospital², Kobe Gakuin Univ³.
Miyakodani 1-3, Tatara, Kyotanabe, Kyoto Japan

Abstract: Pathological diagnosis is an indispensable issue to determine a medical treatment policy. In general, pathological diagnosis is made by pathologists through microscopic observation in tissue sections sampled from a patient, based on the information of subjective similarity with past database. It is known that there exists difficulty to make precise diagnosis for not a small number of diseases. Here, we propose a novel pathological diagnosis methodology by focusing on the physical characteristics of tissue slices depending on the difference of disease state. We found that the cracking patterns caused by stretching stress to tissue slices affords useful information on the disease state. It will be demonstrated that the machine learning of crack patterns largely enhances the reliability of the diagnosis. It is thus expected that cooperation of the new preparative methodology of tissue sample together with machine learning will open a new horizon on medical diagnosis.

Keywords: Pathological diagnosis, tissue slice, cracking pattern, stretching, machine learning.

1. 背景と目的

病理診断とは、病的所見を病理学の知識や手法を用いて病変の有無や種類を診断する医療行為のことで、患者への適切な治療方針決定にかかわる重要な診断技術である。標準的な手法では、病理医が薄切した病理組織をスライドガラス上に貼り付け、光学顕微鏡を用いてミクロレベルで病態組織を観察し、細胞の異型性、脱分化、破壊性・湿潤性増生などの形態的特徴から診断を行っている。

現在の標準的な手法では、組織切片の顕微鏡観察において定量的な指標に基づいた診断を行うことは困難であり、病理医の経験によって診断が異なる可能性があるといった問題点があげられる。

そこで、本研究では、組織切片の物理的特性が病態の進行度に依存することに着目して、正常組織と病理組織の細胞接着力などの物理的特性の違いを利用した新規な病理診断手法を創出することを目的とする。我々の研究グループでは、組織切片を伸展性のあるウレタンゲルシートに接着させ、引張張力を印加すると、病態に依存したひび割れパターンが形成されることを明らかにしている¹⁾。さらには、病理組織のひび割れパターンの画像解析に機械学習(Keras-ResNet-50を用いて学習しモデルを作成)を導入する。このひび割れパターンを病理診断

の定量的な評価指標として用いることで、信頼性の高い新規病理診断手法の確立が期待できる。

2. 実験方法と結果

本研究では、(a) 健康なリンパ組織と (b) 悪性リンパ腫 のそれぞれをマウスより摘出しパラフィン包埋された組織を利用した²⁾。従来の病理診断手法と同様の手順で組織切片を作成し、伸縮性のあるウレタンゲルシートに接着させた。その後張力を印加し、ひび割れを生じさせた。図1にマウスのリンパ組織の伸展前後の観察画像を示す。図1より、健康なリンパ組織の組織切片では太く直線的なひび割れが生じる一方で、癌化することで細く凹凸のあるひび割れが生じる傾向がみられた。これまでに、癌化することで細胞間の接着力が低下することが知られており³⁾、このようなひび割れパターン形状の違いは癌化することで細胞間の接着力が低下することが起因していると考えられる。さらに、張力印可前後の観察画像において機械学習による診断を実施した結果の正答率を図2に示す。図2より、健康なリンパ組織の場合、正答率は張力印加前から32%増加し、悪性リンパ腫の場合、正答率は88%増加した。

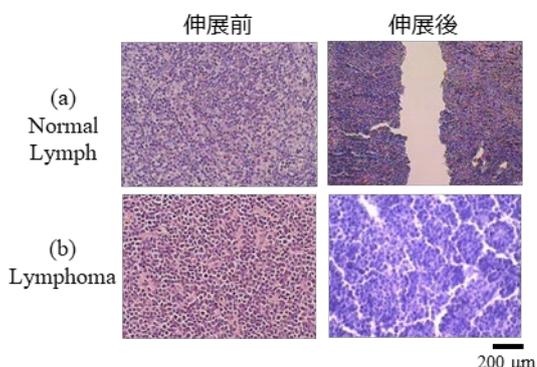


図1 張力印加前後の観察画像
(a)健康なリンパ組織 (b) 悪性リンパ腫

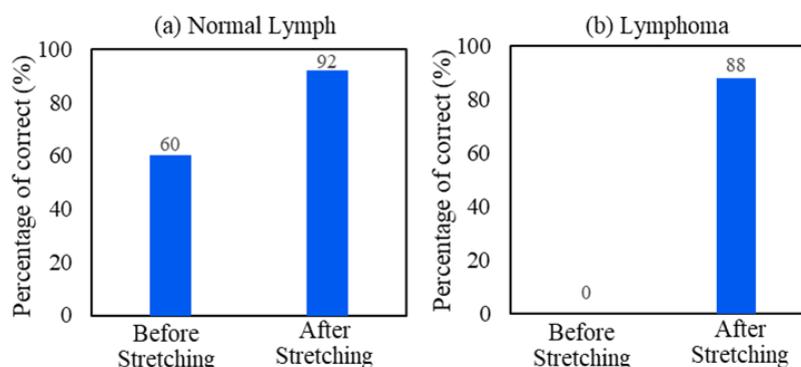


図2 張力印加前後の機械学習による診断結果
(a)健康なリンパ組織 (b) 悪性リンパ腫

3. まとめ

本研究では、マウスのリンパ組織サンプルをウレタンゲルシートに接着させ、張力を印加することで、病態に依存した特徴的な組織のひび割れパターンが形成されることを見出した。さらに、ひび割れパターンの画像解析として、機械学習を導入することで、病理診断の精度が飛躍的に向上することを明らかにした。このひび割れパターンの画像解析から得られる結果を新たな診断指標として、従来の方法と併用することによって、格段に信頼性の高い病理診断を行うことが可能となることが期待される。

参考文献

- (1) K. Danno, T. Nakamura, N. Okoso, N. Nakamura, K. Iguchi, Y. Iwadate, T. Kenmotsu, M. Ikegawa, S. Uemoto, K. Yoshikawa, "Cracking pattern of tissue slices induced by external extension provides useful diagnostic information", *Sci Rep.*, 8, 12167 (2018).
- (2) T. Hiratsuka, Y. Takei, R. Ohmori, Y. Imai, M. Ozeki, K. Tamaki, H. Haga, T. Nakamura, T. Tsuruyama, "ZFP521 contributes to pre-B-cell lymphomagenesis through modulation of the pre-B-cell receptor signaling pathway.", *Oncogene.*, 23, 3227-38 (2016).
- (3) T. C. Wright, T. E. Ukena, R. Campbell, M. J. Karnovsky, "Rates of aggregation, loss of anchorage dependence, and tumorigenicity of cultured cells", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 74, 258 (1977).

デンプン-グルコース混合ペーストの乾燥パターンの転移

馬場ひかり、吉岡里沙、鷹取慧、大江洋平、吉川研一

同志社大学生命医科、京都府京田辺市

E-mail cygd1001@mail4.doshisha.ac.jp

Transitions among cracking, peeling and homogenization on drying of an aqueous solution containing glucose and starch

Hikari Baba, Risa Yoshioka, Satoshi Takatori, Yohei Oe, Kenichi

Yoshikawa

Doshisha univ., Kyotanabe, Kyoto Japan

Abstract: A morphological transition was observed in the drying of an aqueous solution containing glucose and starch, which are the monomer and polymer of the same chemical composite. With an increase in the glucose content, the sample exhibits a change from cracking of a 2-dimensional (2D) layer to peeling from the bottom layer. With a further increase in glucose, a 2D homogenous layer is generated. A chemical analysis revealed that the peeling film and remaining bottom layer are rich in glucose and starch, respectively. Regarding the mechanism of the transition between cracking and peeling, we propose a phenomenological nonlinear diffusion equation that includes the effect of solidification with starch polymers. The numerical results with this diffusion equation reproduce the essential features of the transition of the drying layer.

Keywords: drying solution, phase segregation, cracking, pattern, film

1. はじめに

デンプン-水系を用いた乾燥亀裂のパターンに関する研究は広く行われており、“二次元的なひび割れ”に関する研究は近年注目を集めている。中原らはペーストに特定方向の振動を加えることで、乾燥時のひび割れに振動の方向を記憶させることに成功している[1]。

本研究において我々は、デンプン-水系にグルコースを加えることで、二次元的な平面状のひび割れとは異なる乾燥パターンが生じることを発見した[2]。またペーストの混合割合を変えることによって乾燥パターンをスイッチ制御できることを明らかにしたので、その結果を報告する。

2. 実験方法

デンプン（馬鈴薯デンプン）と糖（グルコース）を水に溶かしたペーストをシャーレ上で乾燥させた。グルコースの重量比 α (g/g)を次のように定義し、 α を変化させて実験を行った。

$$\alpha = \text{Glucose} / (\text{Glucose} + \text{Starch}) \quad (1)$$

3. 実験結果：糖の混合比率によるひび割れパターンの転移

グルコースの比率によって、次のような転移が見られた。 α が0.2付近では、平面上のひび割れを起こり、 α が0.3から0.4付近では層状の膜をはがれあがるような三次元的なひび割れが起こった。さらに α が0.5付近になるとひび割れが起こらない結果となった。

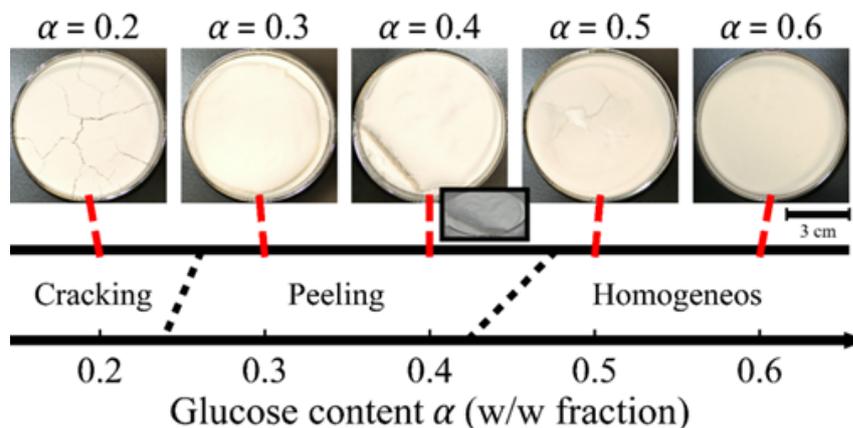


図 1 グルコースの混合比率によるパターンの相図

4. 解析結果と考察：層状剥離における NMR 解析

層状剥離における層部分と底部分を NMR で解析した。その結果、層部分にグルコース、底部分にデンプン、水が多い組成となっていることがわかった。

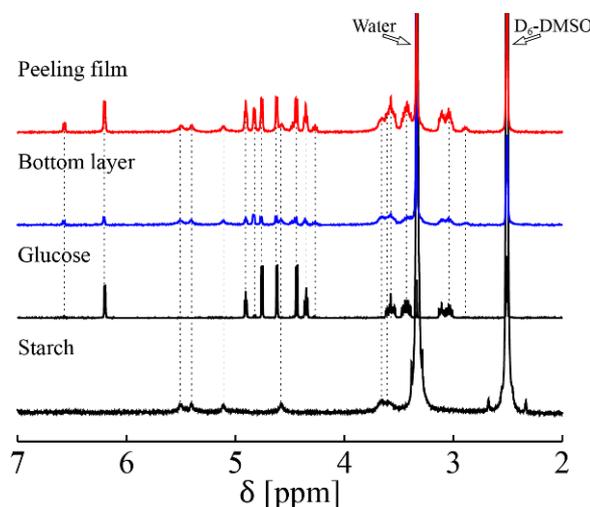


図 2 NMR スペクトル

参考文献

- [1] A. Nakahara, Y. Matsuo, J. Phys. Soc. Japan 2005, 74, 1362.
- [2] H. Baba, R. Yoshioka, S. Takatori, Y. Oe, K. Yoshikawa, Chem. Lett., 50, 1011-1014 (2021).

核惨事の汚染形態

小川 進

空間技術研究所, 東京都江東区東陽 3-1-5

ogawa_susumu_phd@yahoo.co.jp

Pollution Form in Nuclear Disasters

Susumu Ogawa

Institute of spatial technology, Toyo 3-1-5, Koto, Tokyo

Abstract: In Russia, two serious disasters occurred in Ural and Chernobyl. Radioisotopes distributed with 20 million Ci in Ural and 54 million Ci in Chernobyl, Russia. These radioisotope distribution areas were compared in form. Both pollution patterns were quite different.

Keywords: Ural, Chernobyl, radioisotope, nuclear power plant, nuclear pollution.

1. はじめに

1957年9月29日4:20, ソ連, ウラル山脈南部のオジョルスクでマヤク核施設の廃棄物が化学爆発を起こし, 2000万Ciの核物質を放出した. 1986年4月26日1:23, ソ連ウクライナ, チェルノブイリ原子力発電所では核爆発を起こし, 5400万Ciの核物質を放出した. 2つの汚染域の形状を比較した. ウラルでは1億2000万Ciの湖汚染が既にあった.

2. 方法

文献より, 2つの事故の汚染域を切り出し, 同時にチェルノブイリの当時の気象データによる汚染推定域も得た.

3. 結果

2つの施設は内陸の大河川に沿って建設され, マヤクでは核廃棄物は地下タンクに貯蔵されていて, 化学爆発により北東に層流が流れた. チェルノブイリの気象データより北と西の方向に層流が流れ, 降雨があった. 両者の汚染形状は全く異なるものであった.

4. 考察

ソ連のウクライナとチェルノブイリの核汚染について, 両者は主として層流による汚染であったが, 化学爆発と核爆発の違い, 降雨の違いが汚染形態に大きな差をもたらした.

参考文献

Z. A. Medvedev, Nuclear disaster in the Urals, Norton, 1979.

K. Brown, Plutopia, Oxford, 2013.

藤田祐幸, チェルノブイリ原発事故による放射能影響, 慶應義塾大学日吉紀要・自然科学 11, 39-73, 1992.

広河隆一, 沈黙の未来, 新潮社, 1992.

今中哲二, チェルノブイリ事故による放射能災害, 技術と人間, 1998.



図1 ウラル・マヤク核処理工場と地下貯蔵庫

図2 チェルノブイリ原子力発電所

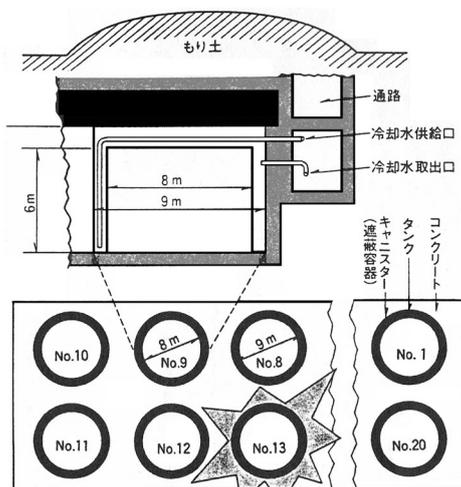


図3 マヤク核処理工場の地下貯蔵タンク

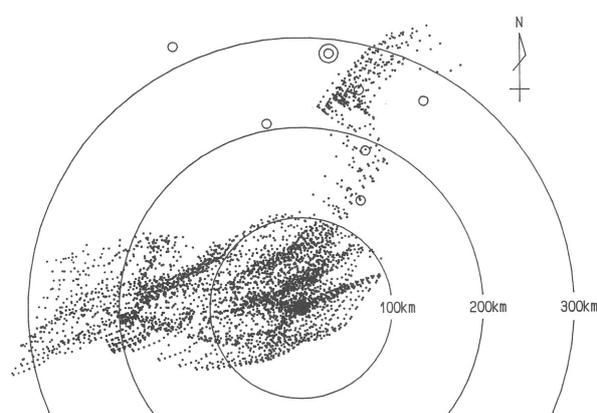


図4 気象データから推定される汚染地図

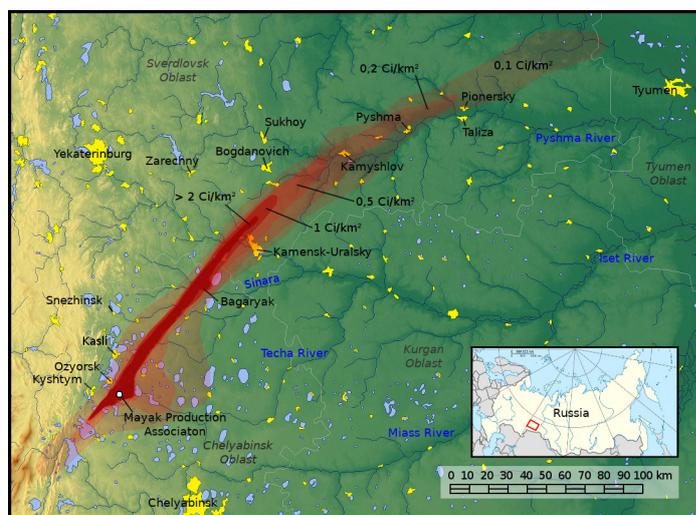


図5 マヤク核処理工場の地下貯蔵タンクの汚染



図6 チェルノブイリ原発の汚染地図

欧州・遭遇・日本

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

Europe meets Japan

Takeshi Sugimoto

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

Abstract: A Portuguese discovered Japan in 1543. His pistol was sold to a Chief of a Japanese Clan. This weapon was dead-copied and accelerated the civil war. St Francisco Xavier came to Japan in 1549, and the Jesuit mission begun. The Tensho Embassy is a vehicle to export Japanese maps and artifacts to Catholic Europe as well as to import European atlas screens. Ignacio Moreira worked with Visitor Valignagno in Japan. Moreira surveyed Japan and collected information useful to map-making. Moreira's map was completed in 1590s. There are no original maps left, but its copy by Blancus was printed in 1617. Portuguese cartographers made use of Gyoki-map and improved it to a realistic map of Japan, Teixeira (1595), by using the verbal information from Japan. Tokugawa Shogunate established Sakoku Edict in 1639. There remained three sets of Moreira-type Japanese screen and world planisphere screen.

Keywords: Cartography, Gyoki Map, Ignacio Moreira, Map Screens

1. いとぐち

マルコ・ポーロが帰国後報告した黄金の国 Chipango・・・16C になって中国までの海路が拓かれると黄金の国探しは現実味を帯びる。1543年8月25日種子島にやってきた中国船に便乗していたポルトガル人の持っていた鉄砲は戦国の世に広まる。1549年8月15日種子島に到着したフランシスコ・ザビエルはキリスト教の布教を始めた。イエズス会は科学と技術とに長けた会士を有していた。また交易の権限もイエズス会の専権事項だった。1550年ころ制作の海図の極東に、姿はともかく、Miacó と Japam とが描き込まれた。当時の極東で「日本(じっぽん)」と読まれていたことを示している。

2. 天正のケミストリー

2.1 遣欧使節による地図の輸出入(1582-90)

欧州へ旅立つとき安土城図屏風・ポルトガル語の日本図などを持参し、教皇などの重要人に貢いだ。欧州滞在中に、世界図を欧風モチーフで制作させたことだろう。それには、Carreira da India(インド航路)および Carrera de Filipinas(フィリピン航路)の両方が描き込まれていた。この世界図は使節が帰国の際に日本にもたらされたはずである。

2.2 イナシオ・モレイラによる日本図制作(1590-92)

使節の帰国の際に、インド副王の使いヴァリニャーノ巡察師のお供として来日したモレイラ(1538/9-?)は、地図作り大好き人間である。都では、松前藩(蝦夷の島)の侍に会っているのは間違いない。日本の「里」とイスパニアの「league」を換算した。天測・地測を実行し、情報収集に努め、独創性の高い日本図を創った。最終版では、鹿児島ー北限を

(33+2/3 度-39+2/3 度)と推定した。1592年にマカオに戻ると、ヴァリニャーノが発行を計画していた「日本教会史」のために、縮小版も作った。だが、いずれも現存しない。



図 1. Teixeira (1595)

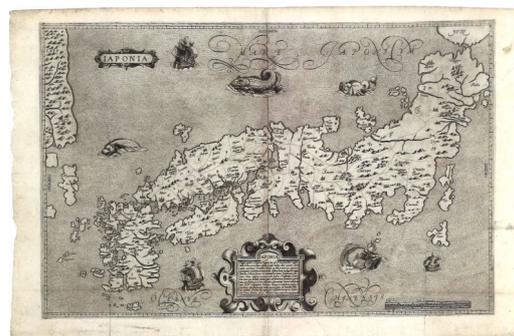


図 2. Blancus (1617)

3. 日本の位置と形

3.1 想像図型

印刷物最古の日本地図は、ベネディクト・ボロドーネの *Isolario* (Venice, 1528) 所載の *ciampagu* である。まったくの想像の産物だがメルカトル(1569)およびオルテリウス(1570)さらにモンティ(1589)などでその形が流用される。情報が無い以上先人の形を踏襲する。

3.2 行基図型

唐招提寺が所蔵する「南瞻部洲大日本正統図」(c1560)は地理図ではない、システム工学でいうところの構造図である。国と国との関係性(お隣情報)や街道筋に意味がある。上記のポルトガル語の日本図は、行基図の翻訳であった。ポルトガルの地図職人は、現地からの言葉情報「多数の島からなる。大きい島は三つあって、「Japan」と「Xicoco(四国)」および「Ximo(下=九州)」である。」を活かして形に息吹を与える。ルイス(1563)は都より東を下(南)に向けた首うなだれた龍である。テイシェイラ(1595、図 1)は形に関してはよく描けているが、緯度などの位置情報の精度は低い。

3.3 モレイラ図型

印刷物最古はブランクス(1617、図 2)である。17世紀折り返しまで、ジンナーロ(1641)、カルディム(1646)およびダッドレー(1646)の日本図が印刷される。いずれもモレイラ図型である。写図が出回っていたのだろう。写図ではイタリア古写図日本図(c1596-1603)およびエレディア(c1615-22)がある。また、16世紀中の作では3組の「日本図屏風および世界図屏風」が現存している。日本図はモレイラ図型に、世界図は遣欧使節が持ち帰ったはずの世界図型になっている。1986年に発見されたモレイラ世界図は屏風絵とは少し違う。

4. むすび

ヴァリニャーノに「日本教会史」を書かせるほど順調に見えた日本での布教だが・・・1587年：伴天連追放令(秀吉怒る)・1596年：サン・フェリペ号事件(秀吉怒る)・1612-3年：禁教令(徳川幕府決める)・1637年：島原の乱(徳川幕府怒る)・1639年：鎖国完成の意味={①イスパニアの民とは付き合わない；②日本人のキリスト教信仰を禁ずる；③日本人の入出国を禁ずる}・・・南蛮人の時代は終わり、3組の「日本図屏風および世界図屏風」と、ひとつの「世界図屏風」が生き残った。「モレイラ世界図」も生き残ったのだが・・・。

高速音読における教材と速さの関係

杓名健一郎^{1,2} Kunaj Somchanakit¹ 本田容子³ 高田宗樹²

¹⁾タクシン大学人文社会学部東洋言語学科, ソンクラー, 90000, Thailand

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

³⁾鎌倉女子大学教育学部 〒247-8512 神奈川県鎌倉市大船 6 丁目 1-3

kenichiro.k@tsu.ac.th

The Relationship between Teaching Materials and Speed in Reading Text with High-Speed Voice

Kenichiro KUTSUNA^{1,2}, Kunaj SOMCHANAKIT¹, Yoko HONDA³, Hiroki TAKADA²

¹⁾Thaksin University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Songkhla District, 90000, Thailand

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

³⁾Kamakura Women's University, 6-1-3 Ofuna, Kamakura, Kanagawa 247-8512

Keywords: High-speed reading, Reading-aloud, Language ability

1. 高速音読と背景

本研究は、海外日本語学習者に対して会話文テキストを高速で音読させ、その速さを競わせると共に、日本語の語彙・アクセントなどの能力を高める試みである。本稿では旧稿の研究¹を踏まえ、教材と、読みの速さから、学習と疲労の関係を分析し、音読の方法と教材について考察する継続研究である。

日本語教育における音読の学習効果についてはシャドーイング練習法がよく用いられる。音声資料や教員の音声に従って続けて同じ速さで発声することにより、聴解能力と会話能力が高まる²。一方、高速音読は速音読などとも呼ばれ^{3,4}、いわゆる脳トレなどでも楽しまれる学習方法として前研究の頃より書籍が多く発売されている。テンポよく読み記憶力とともに脳を活性化させる⁴ことを意図したもので、国語力を高める³ともされる。しかし速く音読する趣旨は同じであるが、ネイティブと非ネイティブではその目的が大きく異なる。例えばネイティブに於いては言語処理を速めることで言語力の活性化を図るが、非ネイティブに於いては文字の学習を始めとして、口語的日本語の口慣しや、アクセント、そして日本語会話として気をつけるべき文法やテンス(時制)の整理などを同時かつ即時的に多岐に渡る学習効果を期待できる。

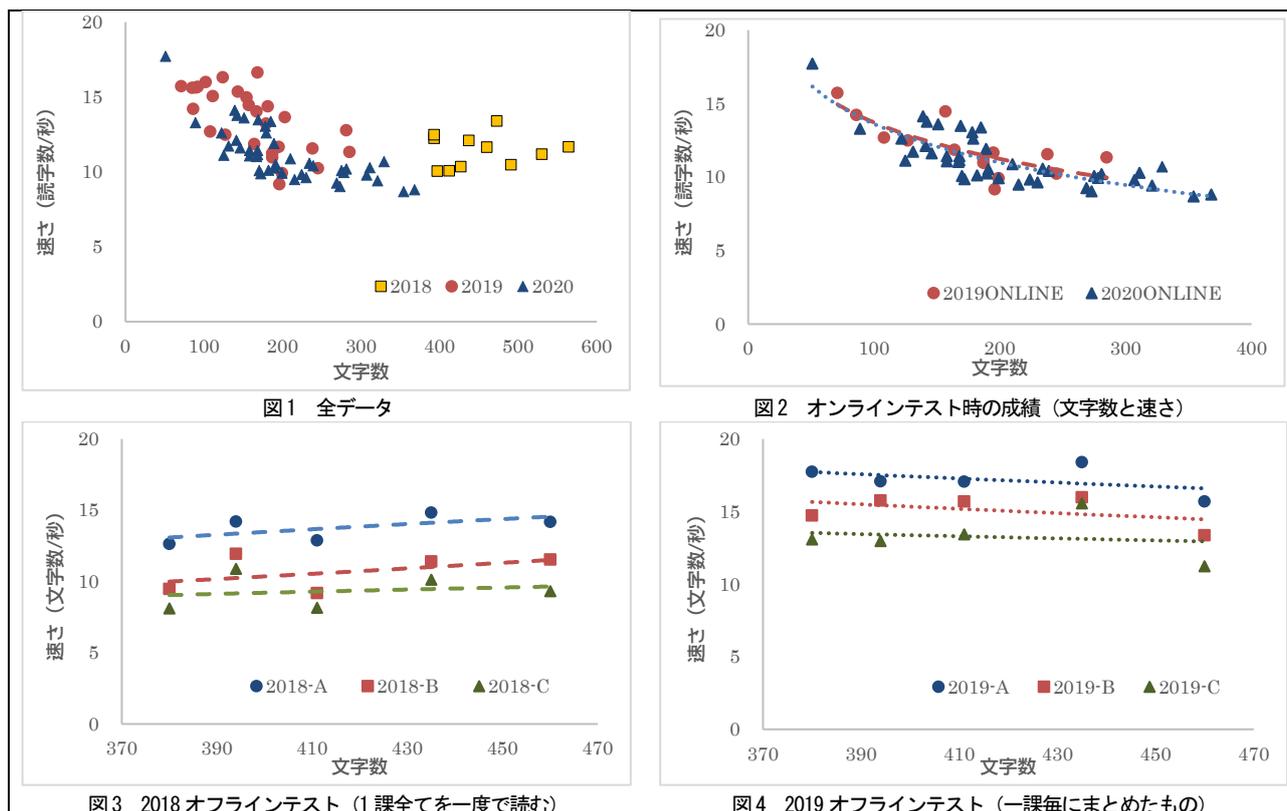
2. 使用教材と実施方法

(1)教材: 2018、2019年度は『初級日本語「げんき」II』⁵第13課～23課の会話教材、2020年度はカリキュラムの変更に伴い『できる日本語初中級』⁶第1～15課の会話教材を使用した。教科書の表記に倣いプリントを作成。文字は教科書体でサイズは14ptである。

(2)実施: タイの国立タクシン大学人文社会学部日本語専攻の学生で、日本語会話2を受講する2年生に対し実施し、3年間6学期間のべ205人2528例を得た。但し2019年度の途中から世界的なコロナウイルスの蔓延によりタイも大きな影響を受けた結果、授業がオンラインとなり、本テストもYouTubeでの動画提出とした(表1)。2020年度も引き続きSocial Distancingを守るよう政府からの厳しい指導の元、言語教育に限って対面授業が可能となったものの、テストはオンラインとなり、YouTubeでの動画提出となった。対面テストでは緊張を訴える学生が多かったが、動画ではそうした訴えは無かった。

(3)方法: できる限り早く読むように指示する。ストップウォッチで計測し、誤読やアクセントの大きな間違いは教員の判断によりやり直しとする。点数表として目標時間を提示し、例えば最高点である10点は15文字/秒、9点は14文字/秒で読む速さに設定されている。教科書『げんき』は1課が2項か3項に分かれているが、2018年度はそれを1度で読ませている。提出回数は締め切りまで無制限であるので、成績を意識して最後の教材だけ集中力が上がるなどの変化はない。本テストはあくまで学習効果を高める目的であり、良い成績を目指す意欲を持ち、また挑戦を繰り返すごとに速度・技術が上がって読字・読解技術が向上する楽しみを得ながら取り組むべき課題である。また、この他に会話テスト(オンライン時はZoom)とペーパーテストを実施した。併せて行うことで文意を深く理解し、思考力、判断力、表現力とともに会話の応用力を定着させ、高速音読にも生かされるよう企図した。

年度	2018	2019	2020
教科書	『げんき』	『げんき』	『できる日本語』
前期	オフライン L13 L14 L15 L16 L17	オフライン (対面授業) L13①②③ L14①②③ L15①②③ L16①②③ L17①②	オンライン (Youtube提出) L1 ①②③ L2 ①②③ L3 ①② L4 ①②③ L5 ①②③ L6 ①②③ L7 ①②③
後期	オフライン (対面授業) L18 L19 L20 L21 L22 L23	オンライン (Youtube提出) L19①②③ L20①② L21①②③ L22①②③ L23①②③	オンライン (Youtube提出) L8 ①②③ L9 ①②③ L10①②③ L11①②③ L12①②③ L13①②③ L14①②③ L15①②③



3. 結果の分析と考察

(1)結果 本実験は図らずもコロナ期にかかり、またカリキュラムの変更を経た結果、幾つもの視点での観察が可能となった(表1)。まず全データを整理した(図1)。次に2019年度後期と2020年度のオンライン時の全データを比較した(図2)。対数近似で相関係数は0.81線形でも0.74といずれも強い相関が認められた。次に、2018年度前期と2019年度前期のオフライン期のデータを比較した(図3・4)。成績で上からABCと3つのレベルに分けて表示している。同じ教材であるが前述の通り2018年は1課を1度で読み、2019年は1課を2つか3つの項に分けて読み多少速い。ここでは2018と揃えるため一つの課ごとにまとめて表示した(図4)。2019年度は文字数が増えるほど遅くなる傾向にあるが、2018年度は文字数が増えるほど速い。最も文字数の多い460字の教材のAレベルは、2018A(14.20)と2019A(15.71)で1.51字/秒しか差がなく、Bレベルの2019B(13.36)よりも0.84字/秒速い。

(2)考察 2018年の文字数が多い方が速くなる傾向は疲労で説明できない。通常であれば課題が増えるほどに疲労は増大して遅くならなければならないからである。振り返ってみると、学生らの日本語の発音法に変化があった。例えば文字数の少ない課題では息継ぎも少なく読めるため、腹筋等に力が入った音読となる。ところが2018年のように1分程度の長文教材では、力押しの音読では息切れするため、力を抜いて口を速く動かすなど、学生が自ら速さの研究に取り組んだ。また学生らに問われてしばしばサッケードをアドバイスした。サッケードは目の飛び飛び運動とも呼ばれ、読み上げるより目が先の部分を読み進めることで、文字をただ読むのではなく言語的な処理と理解を行い、より自然な「会話」的な読みへと変化させた。2018年は一年を通して学生に対面で発音法やアクセント等詳細に指導を行えたため学年全体の底上げができ“速い会話”を学習できたが、2019年以降はオンライン授業となったため指導が徹底できず“速い音読”を高めた可能性があるが、このサッケードな発音法を獲得した学生はおり、教材の長さに関係なく教員の働きかけにより研究の意識を高めることが重要であることが分かった。

(3)結語 集中力を途切れさせない短文を基調とした場合、学習意欲喚起を目的とした配点は、文字数に対してノンリニアに設定する必要がある。敢えて長文を課すことで“速い会話”へと昇華させることは言語指導において非常に魅力的であるが、対面授業だからこそ可能であり、アフターコロナでは実施が難しいことが予想される。“速い音読”から抜け出して“速い会話”へと研究を深めさせる意識付けをオンライン授業の中で提起していくことが必要となるであろう。

参考文献

- 1) 峯名他(2019)『高速音読の学習効果と言語力』、2) 王鵬・胡小春(2019)『シャドーイングによる日本語語学能力の向上の実証的研究 ― 初級レベル大学日本語の学習者を対象に』、3) 齋藤孝(2017)『楽しみながら1分で脳を鍛える速音読』、4) 川島隆太(2019)『記憶力と判断力がよくなる速音読ノート』、5) 坂野永理他(2011)『初級日本語「げんき」II [第2版]』ジャパントイムズ出版、6) 澤田尚美他(2012)『できる日本語初中級』アルク出版

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. 6 No. 1 (2021年6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