

第 82 回 形の科学シンポジウム 「産業技術と私たち」

討論記録（記録のあるもののみ掲載）

【主催】形の科学会 【後援】国立研究開発法人 産業技術総合研究所
【会期】2016年10月7日（金）、8日（土）、9日（日）
【会場】国立研究開発法人 産業技術総合研究所（つくば市）つくばセンター 共用講堂
【代表世話人】中島善人（産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門）
〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7 E-mail: nakashima.yoshito@aist.go.jp
【参加費】 会員・非会員ともに一般 5,000 円、学生 1,000 円
【懇親会】 2016年10月7日（金）17:30より、共用講堂1階ホワイエにて
【懇親会費】 一般 4,000 円、学生 1,000 円

討論記録は質問者の討論記録シートの記載にもとづいており、講演者の校正がないものもあります。

Q: 質問、A: 回答、C: コメント

討論記録

10月7日（金）

産業技術と形（公開講演）

材料の原子構造を表現するための多面体の命名法
西尾憲吾（産業技術総合研究所）

Q. 高木隆司

命名されたコードから決まる多面体は1つに限るか。コードの左端の数字はどのような原理で選ぶのか。

A.

辞書の順序を用いることによって、任意の多面体に唯一のコードワードを与えることができます。

例えば、3つの数列 34443、43434、44343 はすべて三角柱（注1）を表します。

数列を数とみなしたものが辞書の順序です。

34443 が最も小さいので、34443 を唯一のコードワードとして選びます。

注1: 本手法は長さや角度の違いを無視するので、正確には、三角柱を連続的に変形して得られる多面体です。

Q. 手嶋吉法

正多面体 5 種類を表現したスライドにおいて、1 頂点が 3 稜を持つ多面体では直接表記で、1 頂点が 4 稜や 5 稜をもつ多面体（正 8 面体や正 20 面体）では双対表記が用いられていた。ご提案手法は 3 稜頂点を前提とした表記法という理解でよいのか。

A.

3 稜頂点を前提としていませんが、3 稜頂点の理論を基礎としています。3 稜頂点だけからなる多面体を単純多面体とよびます。4 つ以上の稜が集まる頂点を持つ多面体を非単純多面体とよびます。

最初に単純多面体を扱う理論を構築しました。非単純多面体を扱うさい、最初に 4 つ以上の稜が集まる頂点を切り取りとります。その結果、単純多面体が得られます。

切り取った結果得られる断面を他の面と区別すると、非単純多面体と断面を区別した単純多面体との間に一対一関係を構築できます。この関係を利用して非単純多面体を扱うことができます。

例えば、5 角錐の頂点は 5 稜頂点なので 5 角錐は非単純ですが、5 角錐を $5\ 4\ 4\ 4\ 4\ 4\ \dot{5}$ と表すことができます。 $\dot{5}$ は 5 角形が断面であることを意味しています。

$5\ 4\ 4\ 4\ 4\ 4\ 5$ から 5 角柱をつくり、断面の 5 角形を頂点に縮約することによって 5 角錐が得られます。

8 面体や 20 面体を断面を区別した単純多面体を用いて表すと複雑な表記になりますが、双対性を利用すると簡潔な表記になります。

一般に、非単純多面体が 3 角形だけで作られている場合、その双対は単純多面体なので、双対を用いて表します。

構造化光投影による 3 次元計測の分類とワンショット動体形状計測法

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

Q. 山下樹里

内視鏡で見た手術中の患部の変形計測に興味がある。出血しても計測できるのか。

A.

腹腔鏡で話があり、市販ブタ肝臓（食肉用）で計測した実績はあるが、生体は試したことはない。血液がパターンを反射すれば、その表面の形状は計測可能と思われる。血液などによって、カメラ、プロジェクタが汚れた場合は計測ができなくなる。

Q. 中島善人

アクティブ 3 次元計測システムはいろいろ高品化されているということであるがどんな業界の人が買っているか。

A.

工場内での部品の計測や、人体の計測（医療、アパレル、スポーツ）などが挙げられる。

形の科学一般

対称周期軌道の安定性は何が決めているのか

山口喜博（元帝京平成大学）

Q. 手嶋吉法

本講演の結論（「全ての周期軌道で同周期分岐を起こさない」ことが主軸定理成立の必要十分条件）は観察された事実か、より普遍的な定理と呼べるものか。

A.

二次元面積保存写像系で成り立つ定理である。講演の中では関係する事例をいくつか具体的に示した。

ニュートン力学誕生そしてヤコブ・ヘルマンの逆問題解析

ウェルフェア ジャスティン飛鳥（神奈川大学大学院）、山口幸（神奈川大学）、杉本剛（神奈川大学）

Q. 高木隆司

最初のスライドで示したあった微積分学は「ライプニッツの方がニュートンよりも先に確立した」ということは、以前、聞いたことがある。それは史実か。

A.

はっきりとは確立していないと思う。

Forum

反応拡散アルゴリズムを用いた肝類洞パターン抽出法とその応用

昌子浩登（京都府立医科大学）、山田耕太郎（阿南工業高等専門学校）

Q. 中島善人

実データは異なる生検サンプルを今フォーカルマイクロスコープで見たものだが、MRIなどで同一サンプルを非侵襲で経時観察できないものか。

A.

鋳物 MRI の分解能では今フォーカルほどのハイレゾ画像は達成できないので難しい。

10月8日(土)

形の科学一般

福島第1原発の放射能汚染パターン

小川進(長崎大学)、斎藤恵介(長崎大学)

Q. 石原正三

福島第一原発事故以降、気象庁などの機関が今も計測を継続しているのか。

2017年度の秋に開催予定のシンポジウムを長崎大学で、講演者が世話人として予定されているようなので、本講演内容に関するセッションを聞いてもらいたい。

A.

事故直後からの計測の中には、すでに終了しているものもあり、継続していてもデータを公表していないものもある。

凸五角形(Rice1995)を用いて形成出来るタイリング

杉本晃久(科学芸術学際研究所)

Q1. 手嶋吉法

1つの形で様々な敷き詰めが出来るタイルの形は他にもいろいろありそうに思うが、ないのか。

A1.

例えば、辺長が2対1の長方形は畳の部屋でのような敷き詰め方なども可能で、no-edge-to-edgeも考慮すれば無限のパターンを作れるタイルと言える。しかし、その敷き詰め方のパターンなどにあまり面白みを感じない(局所的な領域で見ると敷き詰め方の基本的なルールは多くない)。今回紹介した凸五角形のように敷き詰め方のパターンがここまで豊かで、いろいろな模様が出来るとような凸五角形タイルを私はしらない(この五角形は局所的な領域でわかる敷き詰め方の基本的なルールも多めで、さらにそれらを組み合わせでどのようなものが出来るかが単純に予測できない)。

Q2. 手嶋吉法

ペンローズタイルが非周期敷き詰めのみ可能という意味は、マッチングルールを課した場合という理解でよいか。

A2.

ペンローズタイルはそもそもマッチングルールを含めてのものである。もし、ペンローズタイルの2つのひし形(もしくはカイトとダーツ)に与えられているマッチングルールを取り除いて考えてしまうと、単体では周期的敷き詰めが出来てしまう。「マッチングルールを課した場合」というのではなく、マッチングルールがあるからこそ非周期的敷き詰めのみしか出来なく、それがペンローズタイルということだと思う。なお、「非周期」には、英語だと nonperiodic と aperiodic と 2つの異なった意味の敷き詰め方がある。講演でも述べたが、紹介したタイルが生成可能な非周期タイリングとは nonperiodic の意味である。一方で、ペンローズタイルは aperiodic な敷き詰めが可能である(aperiodic な敷き詰めが可能とは nonperiodic な敷き詰め可能ということ、しかしのその逆は必ずしも成り立たない)。

Q. 松本崧生

対称性は如何にお考えでしょうか。

A.

17種類の壁紙群のことだと思うが、そのことに関してはほとんど注目をしていないので、特別考察をしていない。これは、これまでの経験から、17種類の壁紙群が凸五角形タイリングに関する考察で重要な役割を果たすことがなかったため。

C. 松本崧生

17 plane group には、1group 毎に多数のものができます。Heterogeneous orbits です。

第15回国際放散虫研究集会(新潟, 2017年)と形の科学
松岡篤(新潟大学)

Q1. 鈴木英雄

放散虫の数(種類)、カラー、放散虫個別の性質や特色があるのかどうか。

A1.

放散虫はカンブリア紀に出現し、現在でも海洋に生息しているが、化石および現生の放散虫を合わせて、約1万種が認識されている。それらは形の違いにより区別される。種の多様性の高い生物であるといえる。

Q2. 鈴木英雄

個別の性質や特色の文章とその写真はあるか。

オセロ風ボードゲーム(当社開発)、カードゲーム(認知度、学習効果 up)を試作したい。(販売は当方ではない)そのための写真と文章が欲しい(50~90枚)。個別の性質や特色の文章とその写真については後日連絡がほしい。

A2.

これまでに記載された種については、学術論文の中に種を定義する文書や写真・図がある。

日本語での新種の記載は認められていないため、日本語による種を説明する文章はほとんどない。

放散虫の社会認知度をあげるためには、日本語の解説が必要である。

Q3. 鈴木英雄

放散虫写真を使った駐車、駐輪(禁止)ボール(立体認識)を試作したい。無料で提供します。認知度 up。写真がほしい。

A3.

第15回国際放散虫研究集会へはどなたでも参加できるので、参加登録してほしい。

展示物がある場合は、個別に相談いただきたい。

Q. 松本崧生(展示説明に対する質問のため削除しますか?)
放散虫、チャート、ともに石英質(amorphous or crystal)なのに溶解するとき差異がでるのですか。

A.

チャートから放散虫の殻を取り出す際には、フッ酸(HF)を使用します。フッ酸により、放散虫の殻およびその周りの石英質の基質もともに溶けます。溶ける速度の微妙な差を使って、殻を取り出していることになります。殻の方が先に溶けるような岩石試料の場合には、化石が取り出せません。

長方形の可撓体の一部を重ね合わせて作る立体の研究

阿竹克人(阿竹研究所)

C. 森田克己

教材としては有効活用できそう。

パーツを色面分割等すると、多面体の塗り分けなど、新しい形が発見できる可能性がある。

Q1. 松浦執

アナとハートのスリットのプロポーションなどは、ご発表のものが最適化されているのですか

A1

最終的なプロポーションは作りながら最近到達したものである。大きいほうが、四回対称型と六回対称型の誤差が小さくなるが、今回のものが理論的に最大限。

Q2. 松浦執

ユーザーの立場としてみると、設計図が難しく感じるが

何かうまい表現技法はあるか。

A2.

確かにわかりにくいかもしれない。現在の説明書はカタチの科学会向けのレベルで書いている。

Q. 手嶋吉法

名刺のトランプなど、長方形を組み合わせて多面的な立体を形成した例は過去にもあったと思うが今回のお話は、切込みの入れ方を工夫して特許出願をされたのか。

A.

切込みだけでは実施例に過ぎないので、切込みと穴の両方で接合可能な長方形として特許出願した。

ポリゴンメッシュで再現された歴史的木彫に対する形態分析
王健（千葉大学）、久保光徳（千葉大学）

Q. 松浦執

そこにはない立体物があると感じてしまうので、急に立体物があると認識されるとあわてて回避操作してしまわないか。

A.

実際にはないものがあるものと感じるだけなのでその立体物との衝突は起きないから危険はむしろ少ない。

Q. 高木隆司

興味ある研究だと思う。これは発表者の研究室で開発したものか。

A.

ポリゴンメッシュの向きの異方性と等方性を検証する方法は、当研究室で開発したものである

Q. 佐々木康成

全体的な理解としては「波」のような空間を表現するのは異方性に関する特徴量が強くできて、「龍」のようなオブジェクト(対象物)を表現的には等方性のある特徴量が強くできてくるということでしょうか。

A.

束縛的で、西洋的であるかとか、近代的であるか、現代的であるかというような違いも見られることがあり、今回の分析結果(手法も含めて)も今後の形態分析に生かしていくためのきっかけとしたいと考えている。

平面画像の立体認識による分離方法と製品

鈴木英雄（株式会社一心助け）、鈴木博英（株式会社一心助け）

C. 森田克己

デザイン教育の観点から作品制作において活用できれば面白い。

Q1. 松浦執

そこにはない立体物があると感じてしまうので、急に立体物があると認識されるとあわてて回避操作してしまわないか。

A1.

実際にはない物があると感じるだけなので、その立体物との衝突は起きないから危険はむしろ少ない」

Q2. 松浦執

遠方から接近するとき、実際の物体が目に入るのとは異なる違和感や、接近してから急に立体認識するなどのことはないか。

A.

画像と環境の比率の工夫が可能であろう。

Q. 手嶋吉法

車止めのブロックの場合は、それに当ててから止める人もいるので、平面画像だと当たらないので、壁などに衝突するおそれがあるが、どうするか。

A.

問題ないと考えている。

形と知

可視化された相互コメントの時間的変化の分析

河野広和（東京学芸大学附属世田谷小学校）、松浦執（東

京学芸大学）

Q. 松岡篤

黒板を用いたデータのまとめがなされているが、黒板を使用するタイミングとその意味は何か？

A.

IC機器の使用時に児童たちは下を向いて操作するため、教室は異様な雰囲気となる。その違和感を緩和する意味が黒板使用はある。ネガティブなコメントに対するケアには、対面の授業形態が必要である。

3次元技術の活用によるカンボジア文化遺産の模型作製

内田龍之介（千葉工業大学）、宮本圭佑（千葉工業大学）、手嶋吉法（千葉工業大学）

Q. 住田雅樹

概要の図1と図4を比べると屋根が滑らかで十分再現できていない点があると思う。改善策は？

A.

図4の模型の形状データ生成用の写真撮影は、人が地面に立っておこなった。そのため、建物を上方から撮影した情報が欠落しており、ご指摘の問題が残った。この点を改善する為、ドローンによる撮影を現地でおこなったが、そちらの形状データや模型は今回の発表には間に合わなかった。

Q. 松岡篤

生成された3次元像がうまくいっているかどうかの判断は人間の眼によるものか。

A.

今回は、3次元形状データと現物（あるいは現物を映した写真）を見比べての判断である。これは今回の目的（土産用の模型作製）には十分と考えているが、高精度な3Dスキャナなどを用いて生成される3次元形状データと今回の3次元形状データを比較しておくことは重要である。

形の科学一般

空間曲線による幾何学模様の生成

森田克己（札幌大谷大学）

10月9日（日）

形の科学一般

筋電及び動作解析からみた剣道

西畑大輔（福井大学大学院）、高田宗樹（福井大学大学院）、平田隆幸（福井大学大学院）

Q. 中島善人

剣道経験者は下肢の筋肉の使い方がうまいとのことだが、やはり下肢を鍛えるアスリートと剣道経験者との間に差はありうるか？

A.

ある。

Q. 三浦岳

上腕の屈筋2つを計測していないのはなぜか。

A.

今回は振り上げ運動に焦点をあてて解析を行った。

Q. 手嶋吉法

身体運動は形の科学の重要な研究対象であるという考えに賛同する。まとめのスライドに、「理想的な体の動かし方を明らかに出来る可能性がある」というような記述があったと思う。それ自体は熟練者の動きを計測することにより、ある程度明らかに出来ると思う。しかし、それを明らかに出来たとして、このような科学的な解析は非熟練者を上達させる為にどのよう役に立つのか。

A.

熟練者の筋肉のどの部分が使われているのかが明らかになれば、非熟練者の指導にも役立つことが可能と思う。

実際の指導に役立てる為の基礎研究としてやっている。

シミュレーションから連なり線を決定する新手法

根岸利一郎(埼玉工業大学)、関口久美子(埼玉工業大学)、
内田正哉(埼玉工業大学)

Q. 高木隆司

点配列のスペクトルはどのような方法で求めたか。

A.

いろいろな方向での点間隔から求めた。

Q. 中島善人

進化の戦略として何故ひまわりはフィボナッチ的な配置作戦を選んだか？

A.

諸説あるが、まだよくわかっていない。

Q1. 手嶋吉法

ヒマワリの場合は平面上の円内の点配置、パイナップルの場合は円柱面(母線で開くと長方形)上の点配置を考えているという理解で良いか。

A1.

それで良い。

Q2. 手嶋吉法

点の大きさに依らないという意味は、2点間距離を考える時、大きさを持たない点同士の距離を見ているという理解で良いか。

A2.

それで良い。

Q3. 手嶋吉法

実際のヒマワリは、球面の一部の様な曲面上に種が配置されているように見える。パイナップルの場合、円柱の太さが多少変化しているように見える。2点間の距離を測る際、空間内で測るか、曲面上で測るかで距離が変わるように思う。

A3.

ヒマワリの種を球面上の点配置として考えたり、パイナップルで円柱の太さの変化を考慮すれば、やや結果が変わるかもしれない。距離は、今回は空間内での直線距離を用いた。

画像セグメンテーション用アルゴリズム GrowCut の紹介

中島善人(産業技術総合研究所)

Q1. 住田雅樹

砂脈が何個もあるときは固定できるか

A1.

複数の砂脈を異なる初期値で定義すれば可

Q2.

連続的なものを固定するのが目的という理解でいいか

A2. 住田雅樹

不連続用ということではなく連続用

Q. 高木隆司

Grow-Cut ではセグメンテーションは、各ピクセルの明るさによって判断しているように思える。

一方、人間は各領域の質感も判断材料にしている。それは可能だろうか。

A.

各店について近辺との相関を調べ、砂状が縞模様か等の判断をすれば可能になる。

触覚学習用地球儀の開発と評価

手嶋吉法(千葉工業大学)、細谷洋介(千葉工業大学)、
酒井一磨(千葉工業大学)、中野司(産業技術総合研究所)、
田中明子(産業技術総合研究所)、青松利明(筑波大学附属視覚特別支援学校)、山澤建二(理化学研究所)

Q. 鈴木英雄

視覚障害者は触覚による図形は描けるか

A.

視覚障害者は図形をフリーハンドで紙に描くことは苦手である。見える人(晴眼者)の場合、例えば円を描くとき、自分が描いた線を見ながらこれから描く線の軌道を修正できるが、見えない人はそれが出来ないため、格段に難しくなる。

Q. 鈴木英雄

視覚障害者は触覚による図形は描けるか。

A.

視覚障害者は苦手である。

Q. 佐田雅樹

石膏の3DPについて、造形速度と表面のロウ付け、アロンアルファ含浸について石膏の割れ防止のためでしょうか。

A.

造形時間は2105層で約15時間である。ロウ付けやアロンアルファは、石膏模型の強度を高める為の処理。業務用アロンアルファを購入し、球面全体に浸み込ませた。

Q. 石原正三

触覚の体験からある知識を教える場合どのように説明するのか。また、理解をどのように確認するのか。

A.

ご質問の趣旨は、今回の我々の発表内容を越えたところにあると思う。今回我々の触覚用地球儀を全盲の高校生に触ってもらい、最初に基準となる地球上の3地点を伝え、両手を使って3地点を同時に押さえ、それらの情報を抛りどころにして、小中学校で既に学習済みの六大大陸を探してもらうなどした。被験者の世界地理の理解度を調査しようとしたのではなく、「模型が触覚で理解し易いものになっているか」の調査である。

Q. 中島善人

なぜ立体模型で突起のB3は溝のC3より好評だったのか。

A.

手でなぞった時に、溝は検出しづらく、突起の方がわかりやすいので、後者が好まれたと考えている。