

第 87 回 形の科学シンポジウム 「生物と医学にまつわる形と物理法則」

討論記録 (討論記録のあるもののみ掲載)

【主催】形の科学会

【会期】2019年6月7日(金), 8日(土), 9日(日)

【会場】東京慈恵会医科大学 国領校 620 講義室

【代表世話人】植田 毅 〒182-8570 東京都調布市国領町 8-3-1

東京慈恵会医科大学 医学部物理学研究室

TEL : 03-3430-8686 内線 2211 E-mail : tsuyoshi_ueta@jikei.ac.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】 2019年6月8日(土) 18:00より 学生食堂 BELLA (ベラ)

【懇親会費】 一般 3,500 円、学生 3,500 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

6月7日(金)

生物と医学にまつわる形と物理法則 (第1部)

風と家の立地と生活

岩瀬正幸(東京学芸大学大学院)、筆保弘徳(横浜国立大学)

Q. 植田毅

風の強さ、被害の大きさ等で家の形が決まるとのことだったが、瀬戸内では夏の夕方にはひどく蒸し暑い。そのため家の構造はできるだけ涼しくなるように工夫されている。逆のこともあるのではないかな。

このような話題は学校では地理でしか出てこないが、防災教育などに役立つとよい。

A.

防災教育の観点でも考えているから風と生活における家の形に着目して提案しているので、論文に投稿することを当初から考えている。

C. 高木隆司

防災の研究は重要であるが、それを進めるには何らかの際、スポーツ、あるいはコンテストと結びつけて人々の興味を呼ぶようにするとよいと思う。

A.

そのような発想もありますね。

Q. 八坂青志

私は今春 30 年ぶりに銚子の半島にいったが(銚子は風が強い) 30 年前にはなかった風力発電の風車ができていた。風や自然現象は悪影響だけでなく生活者にとってメリットもある。

科学技術の進歩により自然の力の利用方法も広がってきている。(太陽発電の様に)

今後の住居の形はこの様な事柄も影響するのではないかな?

この様なことも研究の対象としてはいかがでしょうか?

A.

形の観点では、広がりを感じるので良い指摘だと感じます。

Q. 森河良太

風を力学(流体力学)的な圧力としてのみとらえるのではなく、風に乗ってくるものをいかに防ぐか、という視点についてお考えを教えてください。

A.

茅ヶ崎の防風林など、塩害に関する対策についても研究対象です。生活をいかに良くするかという観点でこの論文は進めているので重要です。これは、以前から考えていることです。

立体映像の脳内処理における協同性について

山本将太(福井大学大学院)、高田宗樹(同)、條野雄介(同)、

高田真澄(中部学院大学)

Q. 植田毅

視野がせまいと脳が活性化することだが、手術のときに開腹するよりも内視鏡で視野が狭い方が活性化してよい結果になるのか?

逆に脳が活発に働くためよけい疲れるのか?

A.

今後検証してみたい。

Q. 糸賀響

解像度が悪いぼやけた動画をみて酔うという現象は、目が悪い人がメガネをかけていない状況で起きる不快感と同様のメカニズムと考えて良いかな?

A.

同じであると考えられる。

肝類洞の形態解析とその数理解析

昌子浩登(関西学院大学)、岩本凌(同)

Q. 植田毅

血液を運ぶエネルギーを最小化する場合に血液量に保つための体積に比例する項の体積をフラクタル性があるからということで r^{γ} に比例するとしているが、それはおかしい。分岐において、考えているのは、単にパイプとしての血管であり、フラクタル性はなく、フラクタル性は、もっと大きなサイズのネットワークから出てくるものではないかな?

A.

たしかにそのとおりであるかもしれない。

肝小葉が肝臓の最小ユニットになっているため、1つのネットワークと考えてもいいのではないかと考えてもいる。

考えてみたい。

Q. 種村正美

講義中である計算に AIC を用いたとのことだったが、それは Akaike 情報基準のことかな?

A.

その通り。類洞のフラクタル次元をもとめるために、AIC 最小のモデルを選んだ。

Q. 小川直久

血液を維持するエネルギーとは何のことかな?

物理的意味は?

A.

よくわからないが、血管を形作る細胞である血管表皮細胞が血流によってうける圧やその圧に耐えるための構造を維持するコストなどを想定している。

Q. 本多久夫

Zones 1、2、3 でのフラクタル次元の違いの解釈をしたいのだけれど、肝実質細胞はいくつか多核であると聞いている。これとの関係はないだろうか。

A.

これから検討してみます。

招待講演・公開講演

トポロジー最適化の基礎と最新展開

藤井雅留太 (信州大学 学術研究院 (工学系))

Q. 小川直久

電磁波の入射に対して、散乱光を生み出さないようにするには、逆位相の散乱光を放射すればよいと考えられるが、ここではそういう方法をとったわけではないようだ。物質の何をパラメータとして変化させたのか？

A.

構造変化のみである。

Q. 森河良太

「試行錯誤なく、1度の最適化計算でOK」というところが、にわかに信じられないのですが。

A.

困難な性質を含む最適化に頑強となるよう、アルゴリズムが設計されているからです。

Q1. 手嶋吉法

CMA-ESに基づくクロックのトポロジー最適化を光、熱、電流、音でやられているが、全て同じ電磁波の枠組みで計算するのか？

A1.

いいえ、各物理でそれぞれ数値解析をしています。

Q2.

トポロジー最適化の基本事項説明で、穴の配置について説明されていたが、3Dの立体形状については外から見える穴(貫通穴)と外から見えない(孤立穴)の両方を想定しているか。

A2.

計算の過程で、両方の穴が出てくる可能性があります。

Q. 高木隆司

Optical cloak についての説明において、左端から平面波が来たとき、物体を通過したあと右端で平面波になるとすると、定常に光をあてたときに、中央の物体が見えないことになる。ところで、光の強さが時間的に変化すると、物体を通過した時、光の伝播に時間の差があるので、右から見ると明暗の差が出る。

すると、この場合は中央の物体が見えると理解してよいか。

A.

非定常な場合は想定していないので、そうかもしれないが、ここでの問題は右側で光量を継続して測った時に差がでないということである。

形の科学一般

生体由来ナノ繊維の固有ねじれとメカニクス

上谷幸治郎 (大阪大学産業科学研究所)、宇都卓也 (宮崎大学)、安藤大将 (ウィスコンシン大学マディソン校)、鈴木望 (名古屋大学大学院)

Q. 本多久夫

(1) ナノフィラメントの断面を六角形と仮定した時、六角形はひずんでいる(辺に長短がある)が、この非対称で、計算結果は変わらないだろうか。

(2) マクロな形のことだが、種のはいったサヤは2枚がわさっている。これは乾燥した時に2枚それぞれが逆にねじられてはじけタネをとばす。2枚とも同じセルローズでできていると思うが、2枚で逆ねじれになるのは何が効いているのだろうか。(答えは不要です)

A.

(1) 断面の形状によらず、正六角形でも正三角形でも星型でも、計算結果は大きく変わらず同様の傾向を示しています。

(2) 種子袋では、直交した繊維配向層が重なって収縮時の形態に曲率を付与しています。種子放散の現象は、ナノ繊維自身のねじれではなく集積構造によって発現すると思います。

Q. 松本崧生

セルローズ分子鎖1方向に伸びきり、配列した独特の結晶構造を有している。その線群 (linear group) は何ですか？

A.

<回答の記載なし>

計算機を用いた脂質二重膜ベシクルの形状解析

糸賀響 (東京薬科大学)

Q. 手嶋吉法

中距離斥力は n のどの範囲ですか。

中距離斥力では、興味深い形状や配置が観察されますか。

A.

均一に粒子が分散している場合について無限遠まで粒子間の斥力を積分したとき、その値が発散するかどうかで、長距離斥力と短距離斥力それぞれを定義しました。

線毛を使って移動する細菌の運動パターンと走化性

森河良太 (東京薬科大学)、玉腰雅忠 (同)、宮川毅 (同)、高須昌子 (同)

Q. 手嶋吉法

線毛の着脱について「着」や「脱」をする判断を細菌はどのようにおこなうのか。

A.

実験研究によると、そのメカニズムはまだ全く解明されておりません。

線毛 (VI型線毛) はピリン (pilin) というタンパク質が重合してできる、(細菌の種類によって異なりますが) 長さ $10\mu\text{m}$ 程度、直径 7nm 程度の繊維です。

その先端の構造についてもよく分かっておらず、細菌の「判断」を促すセンサーが力学的なものなのか、電気的なものなのか、それとも物質輸送によるものなのか、不明です。ただ今回のシミュレーションモデルでは、線毛にかかる張力の大きさから、「脱」を判断しています。「着」については、全くのランダムです。

形の科学一般

Chaplygin-gas と d 次元 相対論的膜の理論

小川直久 (北海道科学大学)

Q. 手嶋吉法

「宇宙の膨張が加速し続けている」というのは、現代の宇宙論の定説なのですか。

A.

定説というよりも観測事実として、よく知られている。

Q. 本多久夫

圧力が密度のマイナスに反比例する。マイナスの圧力とはなにをイメージしているのでしょうか。

A.

イメージは難しい。宇宙項を 0 とした理論では、宇宙膨張が加速するという観測結果を得るためにはこのような場の導入が必要だった。さらに、このような Chaplygin-gas の導入によって、宇宙の初期膨張 (暴型膨張) と、指数関数的膨張であるインフレーションを繋ぐ描像が描ける。

また、ダークマターとダークエネルギーの統一といった観点からもこのモデルが用いられている事がある。

6月8日 (土)

形の科学一般

回折上昇の一部問題についての再検討

松本崧生 (金沢大学・名誉教授)

Q. 根岸利一郎

タンパク質の構造解析に有用な手段としてのフリーデル則についてこの発表の回折対称の上昇はどんな意味をもつか。

A.

実在のタンパク質の解析においても、ここでの回折対称の上昇を考慮しない場合、大きな見落としの可能性がある。

有機化学分野での事例は、岩崎準先生が消滅則に関連して報告されていたように思います。

Q. 手嶋吉法

円環数珠の2色ぬり分けを調査されたが、3色以上を用いたぬり分けも結晶学上、意味があるか。逆に2色の場合は結晶の何をみていることになるか。

A.

2色、3色は、2種、3種の原子とされてもよいでしょう。もともと、多次元解析が必要かもしれませんが、私はよく理解していません。愛知県立大学、亀井喜久男先生の、多元二進分類図と多元構造図の提案をご参照ください。

藤井聡太の将棋の解析

高津和紀(福井大学大学院)、高田宗樹(同)、平田隆幸(同)

Q. 鳴海孝之

他の棋士と同様の解析は行われていますか？

A.

現在解析中。

Q. 高木隆司

講演にあった「悪手」の定義はなにか？

一般的には、その手が負けにつながるということか？

特定の棋士にとってはそれが勝因になる場もあるのか？

A.

一般には、AIに判断させて悪手かどうかを決める。実際の勝負とくいちがう場合もある。

Q. 手嶋吉法

(※時間切れで、会場で質問できなかった質問です)

「藤井は考慮時間が非常に短くてもいい手を指す(悪手が少ない、技巧ソフトとの一致率が高い)」という結論だったが、その様な時は、他のプロ棋士でもほぼ同じ結果になると思うのだが、他の棋士のデータは検討したか？

A.

<回答の記載なし>

Q. 植田毅

イロレーティングのグラフで藤井聡太氏と灰色の線の方は急にイロレーティングが大きくなっている部分がある。

その前後で何がおこっているのか？

将棋のうち方にどのような変化があったのか？

変化の部分に注目すると優秀な棋士をそだてられるのではないか？

A.

これまで注目したことがないが、興味深いと考えられるので今後検討してみたい。

生物と医学にまつわる形と物理法則 (第2部)

ミツバチの営巣初期過程に見られる自己組織化

鳴海孝之(山口大学)、上道賢太(関西学院大学)、本多久夫(神戸大学、理研)、大崎浩一(関西学院大学)

Q. 手嶋吉法

六角格子(Hexagonal lattice)の構造は、球(パチンコ玉など)の集合状態や円柱(鉛筆やストロー)を束ねた時にも現れ、生物か非生物に無関係な、全体的な引力と近距離斥力(排除体積効果)があれば出現する普遍的な構造という理解です。ご講演の内容も基本的にはこの理解の上立って、ミツバチおよびミツロウによる巣の形態形成を詳細に解明したという理解で良いか？

A.

仰る通り六角形構造は広くみられる形状だが、ミツバチのように能力に限界がある生物が共同して作る際のメカニズムは決して自明ではない。

全体的な引力と近距離斥力という理解を念頭に置きながら、ミツロウの付着と掘削を考えて説明しようとしているのが我々の研究。

Q. 平田隆幸

ミツロウをしきつめた状態を初期値とするのは、ムダがあり、不自然ではないでしょうか？

A.

初期値はミツロウの小さな塊が置いてある状況で敷き詰めてはいない。また、仮にミツロウが敷き詰められていても、ミツロウを再利用するのでそれほどムダになっていない。

Q1. 植田毅

ミツバチを考えているが、スズメバチは口でセルロースのダンゴを作り、それを六角形の壁につみ上げていくことにより、同様のハチの巣構造を作るが、ミツバチとスズメバチは基本的に異なるコンセプトで巣を作っているのか？

A1.

スズメバチは、初期は女王バチのみで巣をつくる。一方、ミツバチは初期から多数の働きバチが関与するので作り方は異なる。

我々の研究がミツバチ以外にも適用できるかどうかは今後の研究課題。

Q2.

このモデルで3本ペダルのような形が出現しているが、それは消しゴム形エージェントの頭の形で決まるのではないか？そのモデルはだとうなのか？

A2.

3本ペダル型形状はミツロウにエージェントが集まることで生成されるので頭の形には依存しない。また、消しゴム型エージェントの頭の形はミツバチの掘削能力に基づいたものになっており、妥当と考えている。

Q3.

3次元の構造もミツバチはけずり出して作っているのか？

A3.

3次元の形状についても同様なモデルで説明したいと考えている。その際はミツロウの拡散についても考える必要があるだろう。

招待講演・公開講座(生物と医学にまつわる形と物理法則・第3部)

脊椎動物の形態進化～上陸に伴う内蔵の進化～

岡部正隆(東京慈恵会医科大学 解剖学講座)

Q. 高木隆司

肺魚などの魚はなぜ、エラと肺の両方を利用しているのか。

A.

水中の酸素だけでは足りないため、空気からも酸素を取り込んでいる。

Q. 松本崧生

5億・6億年前の生物三葉虫、Ortheceas(オウム貝の祖先)らの肺・浮き袋は？どうなっていたでしょう。

A.

現存の節足動物と軟体動物には肺・浮き袋は存在しない。化石種においても報告はないと思う。

Q1. 植田毅

ライギョは肺魚のように乾燥するとまゆを作って身を守り生きのび、水の外で空気呼吸をするが、そのときに使っているのは浮き袋ですか？

海水魚の中には浮き袋のない魚類がいるが、それらはどうなっているのか？

A1.

ライギョには肺は存在しないが、浮き袋を呼吸に使う魚や、鰓の背側に空気を貯めて呼吸をする魚、ドジョウのように消化管を用いて空気呼吸をするものもいるので、それぞれ工夫しているのだと思う。浮き袋のない魚は海底に沈んで生活しているか、サメのように胸びれを飛行機の翼のよつに使い揚力を生じさせて浮力を作るものもいる。また空気の代わりに肝臓に脂を貯めて浮力を作る魚もいる。

Q2.

肺は消化器の腹側、浮き袋は消化管の背側に位置するとお聞きしました。両方持つ動物はいないのか。

A2.

肺と浮き袋の両方を持つ動物はいない。

Q3.

トリの肺は、気管支が分岐したあとに、これが気嚢に繋がっ

ている。気嚢は分岐体でなく網目構造である。分岐体と網目構造は遺伝子で区別できるのだろうか。

A3.
遺伝子レベルでの差別化はわからない。トリの場合、はじめから気嚢を含めて気管支や肺を形成し、肺循環にかかる血管系と絡み合ったところが肺になるのかもしれない。

形の科学一般

二重可逆面積保存写像における二重対称周期軌道：代数構造
山口喜博（元帝京平成大学）

Q. 石原正三

二重可逆面積保存写像と二重対称周期軌道の関係は面積保存と何か関係があるのですか。

A.
可逆性は面積保存写像でのみ成り立つ性質です。二重対称周期軌道は二重可逆面積保存写像で存在する特殊な周期軌道です。

Heesch 数が正となる凸五角形

杉本晃久（科学芸術学際研究所）

放散虫トランプの遊び方・学び方

松岡篤（新潟大学）

Q. 野村詩織

子孫-祖先関係の放散虫はどれくらいいるのか？
（数が多ければ大富豪や UNO ができる？）

A.
先祖-子孫関係と判断される種の系列はいくつもあります。同じ祖先から派生したとみなされる種群もたくさんあります。種間の関係性を適切に記述するためには、新種を記載するところから始める必要があります。未記載種がまだまだ多いのが実態です。

Q1. 石原正三

ジョーカーはないのですか。

A1.

ジョーカーも含まれています。ジョーカーとして選んだ放散虫は、形が特徴的で、かつ、これまでに1個体しか見つかっていない種です。

Q2.

数字や4種類の形状に加え、さらに分類を入れると私にはごちゃごちゃした印象を受けますが学生さんたちの反応はどうでしたか。

A2.

分類上の目や科の区分などを加えることにより、学生たちは、トランプを使ったユニークな遊び方・遊び方として楽しんでいました。

Q. 高田宗樹

前回、ジュラ-白亜紀の境界を決めるチバニアンのお話をされていたが、日本固有の地層から取られた放散虫をトランプに使うのはどうだろうか？

A.

今回のトランプは、マリアナ海溝から得られた1個の岩石から産出した放散虫を絵柄として用いました。

日本の地層から新種記載された放散虫だけを用いて、トランプを作成することも可能です。今後、検討したいと思います。

改定常用漢字から考える字形 一言語力の涵養

本田容子（盛岡大学）、沓名健一郎（福井大学大学院、タクシン大学）

Q. 植田毅

漢字の形の変化についてお話があったが、形が変わったときに、書き順はどのようになったのか？昔は書き順というものはなかったということであれば、小学校で児童を残してまで書き順を覚えさせるのはいかがなものか？清の時代に科挙のために康熙字典で字形を統一させたとのことであるが、広い国土に対してどのようにそれを広めたのか？

A.

学校教育において漢字の書き順は日本では戦後に記されたが、それ以前に統一基準はなかったと考えられる。（小学校で学ぶ）書き順は整った字が書ける視点から作られていて重要な学習内容である。康熙字典は清の康熙帝により30人の編者が召集して作られ、印刷した字典として全国に配布されたと言われている。

Q1. 松本崧生

書き順は（戦時中）ありましたか？

A1.

書き順という考え方は文字が生まれた時代からあったと考えられます。中国においては文字の研究が非常に盛んに行われ日本へはその研究の成果と共に書き順が輸入されました。江戸時代には公的な文字は行書（および草書）に統一され、書き順はおよその統一的な意識があったようです。しかし、明治時代に楷書中心の文化になったことによって教科書ごとに書き順が異なるなど混乱が生じたため、国による基準を作ったのは、ようやく1958年『筆順指導の手引き』によることとなりました。但し、ここにおいても筆順は学習指導上で混乱を来さない配慮から定めたと書かれ、また従来にあった筆順を誤りとしないと書かれており、示されたもの以外の許容が認められていることになったのです。

Q2.

私の名、崧生（タケオ）は、日本では珍しいが、中国で寺とかいたる所に出現する。

一つ一つ簡単に読んでくれましたが、私の兄妹らの名を読めますでしょうか。姉洋（オオミ）、兄徂夫（ユキオ）、妹府（フグラ）。

A2.

どれも難読です。まず、国語と人名では漢字についての見解は大きく異なります。国語は文化的な統一性のため、漢字の骨組みとしての「字体」について規定しますが、点の傾きや線の離着などデザインに関する「字形」についての規定はなく、字形の許容はとてども広がっています。ところが、人名については名づけた人の意図する文字のデザイン＝字形に対して厳格でなければなりません。点の形が斜めなのか、縦線で接するのかわ、それは非常に重要な問題です。また文化的な背景から旧漢字や異体字などが多く残されており、それらを含めてデザインを許容しますと、戸籍の電子データ化に際して労力やコストが膨大になるため、大きな問題になりました。そこで法務省では2004年4月に電子データとして統一化されるべく法整備を行い56,044字にまとめられました。但し、これは2004年4月以前につけられた名前に使用するもので、現在では戸籍法施行規則第60条により、漢字2,930字と平仮名、片仮名のみとされています。戸籍では漢字のみが記され、読みの平仮名は表記されません。それゆえ漢字の字体・字形に関しては法的に規定がありますが、読み方ではなく、出生届でも通常は窓口で確認されるのみで、審査が行われるものではありません。法務省では読み方について法的な基準を開示しています。例えば「崧」に「たけ」の読みは無く、シュウ、シュ、コウ、ク、スウだけとなっています。それゆえ、「たけお」と読める方がいらっしやるとすれば、非常に稀だと思います。他も同様です。

高速音読の学習効果と言語力

沓名健一郎（福井大学大学院、タクシン大学）、Kunaj Somchanakit（タクシン大学）、本田容子（盛岡大学）、高田宗樹（福井大学）

Q. 石原正三

先日、大学教育の研究会で新井紀子氏の講演を聞いたが、その講演で「AIは意味を理解できない」をキーセンテンスとして、現在の小・中学生は教科書を理解できない割合が70-80%になり、大きな問題であるとの指摘していました。高速音読は意味の理解にどのような影響をもつとお考えになりますか。

A.

外国人に対する今回の高速音読の取り組みは言語能力に関する

る基本・基礎に関する取り組みで、意味の理解とは直接結びつかないと思う。但し、この学習とその応用を繰り返すことにより内容の理解、いわゆる読解力が高まることが期待できる。

Q. 松本崧生

タイ人に対する教育でのお話だと少し変わるかもしれませんが、高速音読が思考力・批判力・表現力を表すのか？

判断力などじっくり考察することはどうでしょうか？

A.

日本語教育において音読は、(1)気づきを促す、(2)内容理解、(3)教師によるチェック、(4)クラス運営上のテクニック、(5)体感・体得させる、(6)学習者に達成感や自信を持たせるために音読させる、といった目的が認められる。また速読は、学習時間の長さ、語彙の蓄積、類推力、慣れが無意識のうちに可能にするものとし、内容を読み取る訓練として位置づけられている。

高速音読は、日本語ではオリジナルな学習法である。通常は音読になってしまいがちな読む行為を、会話の基礎として用いることができるし、音読と速読の学習も兼ねる。但し高速音読のみで思考力・判断力・表現力が身につくとは考えていない。指導法が重要。例えば、暗唱の手法、即ち要約文を提示して、テキストの内容を言わせる手法も取り入れている。読みを深め議論し、要約文の作成・要約文からの翻訳を通して、情報理解、情報選択、構成・表現力、といった思考力・判断力・表現力を磨く学習になる。現在は手法についての研究を行っているが、今後は判断力等、個別に研究を行いたい。

C. 高木隆司

ご講義内容は納得しました。ところで例として挙げた「令」は今年の元号に含まれ、その意味は「美しい」とされている。しかし、「令」はむしろ「冷たい」という意味ではないか。令を含む漢字として「冷」「圜」（刑務所）などがあり、また「令嬢」も冷たいかんじがする。たしか「令和」という年号は「冷静な気持ちで和する」を意味し、今後の日本に要求される態度である。

Boerdijk-Coxeter helix の転がり実験に関する再検討

西田匠太郎（千葉工業大学大学院）、伊藤圭太（同）、池上祐司（理化学研究所）、藤本武（同）、山澤建二（同）、手嶋吉法（千葉工業大学）

Q. 高木隆司

BC-helix の中心軸が正確に直線であることをどのように確認したのか。

A.

標本（BC-helix 試験体）に対する形状評価は、今後の課題となっている。

Q. 石原正三

連結数の他に材質や質量に依存しないのか。

A.

材料が変わると、標本の剛性が変わるので、床との接点数が変わると考えられる。本研究では、2種類の材質（ポリドロンによる簡易試験体とアクリル製の試験体）で実験をおこなった。簡易試験体の方がよく撓る。

Q1. 松本崧生

正四面体の面で結合すると、厚みで正四面体結合とならない。それをうすく加工して特別の面を作られているのか。そのつくり方ご教示下さい。

A1.

正四面体を作り、接着剤で面を結合している。接着剤の厚み

はほぼ無いと考えているが、形状に関する評価は今後の課題となっている。

Q2.

水戸の四面体塔はどうなっていますか？

A2.

水戸のアートタワーも正四面体の面連結構造であり、本研究と同じ形である。

C. 松本崧生

素晴らしい実験・考察です。

Q. 海野啓明

40 連結を軸方向に見たとき包絡線が三重の同心円状になることについて、それぞれの変形はどんな関係にあるのか。

A.

「それぞれの変形」の意味が理解できておらず、回答保留とさせていただきます。

Q1. 植田毅

以前、回転軸まわりの質量のバランスがどうなのかを質問したことがあるがいかがか。

斜面を転がす実験について力学的に理論解析はどうなっているか？

ころがりは止まっているので、位置エネルギーがまさつ・ころがり抵抗のする仕事でころがり距離が決まるので、接しよく点数依存性がわかると思うがどうか？

A1.

力学的な理論解析は未検討である。

Q2.

円柱ではまさつ・ころがり抵抗が抗力、つまり質量によるとすればそうなる。したがって今の場合、ころがり・まさつ抵抗力が接触点数に依存するのではないか？

A2.

転がり摩擦によるエネルギー損失は接触点数に依存する。円柱では、床面と線接触しており、転がっている間、中心軸は平行に移動する。本実験では、点接触による転がりで、床との接点は常に変化しており、試験体の中心軸は平行に移動しているとは言えず、常にブレていると言える。その意味で、床面との接触状況が円柱とはだいぶ異なる。

なお、円柱の長さを変えての転がり実験をおこなったところ、転がった距離は円柱の長さ（質量）に依存せず、ほぼ一定であった。円柱の長さが2倍（質量も2倍）になると位置エネルギーが2倍になるが、接地面の面積も2倍になり、転がり摩擦によるエネルギー損失も2倍になるので、転がる距離がほぼ一定になったものと考えられる。

本研究の試験体の転がりは、点接触ではあるが、ある程度以上の連結数では転がる距離がほぼ一定となるのは、円柱と同様の理由と考えている（転がり摩擦によるエネルギー損失は接触点数に依存する）。

6月9日（日）

形の科学一般

錯視により物の量の判断を考え直す 3 年生理科「物と重さ」の授業

後藤勝洋（渋谷区立西原小学校、東京学芸大学大学院）、松浦執（東京学芸大学）

Q. 高木隆司

錯視の考えを取り入れながら教育法を考えておられる。ということは、現在の教科書や指導書では錯視にまったく触れていないということか。

A.

その通りである。

Q. 植田毅

バウムクーヘンの画像の問題は大きさについてどちらがおおきいかを問うている。大きさと質量（重さ）の概念で大きさを比較するのに安易に重さで比較することをよしとするのは

好ましくない。材料が同じものであることを認識させる様に指導をお願いしたい。

A.

そのように考えたい。

C. 本多久夫

脳の機能形成は各人のそれまでの経験によりつくられるものであるから各人がそれぞれ異なって当然である。この違いにより錯視も起こると考えれば、錯視はあってあたりまえである。これを踏まえれば錯視を教育にどのようにとり入れればいいのだろうか。

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

町屋佑季 (千葉工業大学大学院)、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)

Q. 松本崧生

ほぞ形状の範囲はまだ続きそうで楽しみです。

少しはなれた質問。最も簡単な $2 \times 2 \times 2 = 8$ へのピースは何種類できていますか？ さらに $3 \times 3 \times 3 = 27$ への場合は？

A.

ピースの形状の分類は、85 回シンポ(東北大)にて報告した。

$2 \times 2 \times 2 = 8$ 個のピースは、鏡像異性体 (キラル) を区別すれば 4 種類、区別しなければ 2 種類に分類される。 $3 \times 3 \times 3 = 27$ 個は、7 種類に分類され、鏡像異性体 (キラル) のペアは、生じない。

Q1. 植田毅

このお話ではほぞの頭については考えていないが、頭の形状が大きく影響するのではないかと？

A1.

その通りで今後の課題である。

Q2.

今回作ったパズルのほぞの頭はどのように決定したのか。

きれいで、難しそうに見せるのはほぞのデザイン性が重要だと考える。

A.

立方体表面に生じる曲線が二次元ジグソーパズルと似た形状となるように形状データを作成した。

インディア環礁の地理情報変遷史

杉本剛 (神奈川大学)

Q. 植田毅

2 つ似た環礁があるとのことだが、両方とも同じ海ぼうの上にあるのか？

A.

2 つは百 km 以上離れており、別の海底火山の頂である。

Q. 根岸利一郎

Judia と India の名はどのような原因で変化したのか？

A.

ポルトガル人がつけた名 Judia (ユダヤ女) を、事情を知らない地中海奥地の地図師たちが India (インド洋の) と読み誤ったのが始まり。19 世紀に、事情を全く知らないイギリス海軍が調査して、名前の付け替えを行った。背景には 17-18 世紀に起こった、欧州での文字の分裂「I→母音の I と子音の J」および V→母音の U と子音の V」が混乱に輪をかけた。

招待講演・公開講座 (生物と医学にまつわる形と物理法則・第 4 部)

臨床情報、血行力学的情報、形態学的情報を用いた機械学習による脳動脈瘤破裂予測

鈴木正昭 (東京理科大学 理工学部経営工学科)

Q. 高木隆司

AI を用いる医療は、原理的には AI なしでもできる。しかし、人間だけだと時間がかかりすぎる、ミスをする、悪い人間関

係で挫せつする、などの理由で実現しにくい。したがって、AI を導入すると考えてよいか。

A.

そう考えて良い。<確認してもらおうと有りがたい>

AI の導入により、高速かつ高精度な診断を可能にし、質の高い医療を地域格差なく提供することが目的である。

Q. 鳴海孝之

破裂 or 未破裂の 2 値分類ではなく、破裂確率を予測することは可能か？ 例えば分類線からの距離とかで可能か？

A.

可能である。与えられたデータに対して各クラス (分類先) に属する確率を出力する機械学習アルゴリズムがある。

Q1. 植田毅

力学的には血管の半径の 1.5 倍の半径の瘤の場合、血圧が 200 mgHg になると破裂するが、そのような予測はできないか？

A1.

現状では剛体血管モデルであるので無理である。

そのような予測のためには血液や血管壁の物性値や境界条件の精緻化が必要と考えられるが、それらは人によって異なる等、正確な値・条件を与えることは難しい。良い予測モデルを効率的に得るために、流体解析を精緻化するのか、それ以外の情報を組み合わせて用いるのかなど、総合的な視点で検討している。

Q2.

医者は瘤の見た目と、さらに、はりとかふくらみ具合で破裂の危険を感じると思うが、画像からそのような判断はできるか？

A2.

そのような物性をパラメータとして取り込んでいきたい。一定の判断が可能と考えており、画像ベースの機械学習アプローチも検討中である。

形の科学一般

4 次元正多胞体のリングの皮むき展開図について IV

海野啓明 (仙台高等専門学校・名誉教授)

Q. 手嶋吉法

4 次元正多胞体の皮むきは 3 次元正多面体の皮むきと比べて、むき方の種類が多くなるか。

A.

左回りと右回りがあるが、むき方の種類はほぼ一通りである。

手まりの地割りの球面幾何学

吉野隆 (東洋大学)

C1. 本多久夫

手まりで使われる曲線が球上の大円に限られるのは球面に糸を張るときに力学的に安定なパターンに限るという条件があるからだと思う。

C2.

以前、種村正美先生 (統数研) が球面を任意の個数の多角形 (面積は均一) で分割するシミュレーションをやっておられたが、あのパターンは手まりの新しいデザインになるのではないだろうか。

Q1. 手嶋吉法

手まり業界の地割りが大円のみを使う理由は何か。

A1.

不明である。上記のコメントにもあるように大円と異なり小円は摂動に対して不安定という側面はあると思う。

Q2.

大円を使わない地割りや正多面体的な対称性とは異なる地割りをすれば、新たな地割りを提案したことになると考えて良いか。

A2.

どのように地割りを定義するのかによると思う。少なくともいざれかを導入しない限り新しい地割りパターンはない。また、「基本寸法」という考え方も重要だと考えている。

視線データを用いた映像酔いの新たな評価指標の検討

藤掛和広 (名古屋大学)、橋梅佑宜 (福井大学)、高田宗樹 (同)

Q1. 植田毅

酔いを自覚した群は、pre/post 共に視線データの総軌跡長の値が高い。視線データの総軌跡長は「酔いやすいタイプ」の判定に使えるのではないかと？

A1. 使えるのではないかと考えている。さらにデータを検討したい。

Q2. 酔いは視覚情報と身体が感じる情報とのギャップによるが実験中の身体の動き、体調などの影響はどうか？

A2. 実験の前後で重心動揺の測定をしているので、今後、その結果も含めて検討していきたい。

立体概念の形成を支援する科学折り紙教材 III: 折り紙モデルとアクティブラーニング

石原正三 (埼玉県立大学)

知と形

Shape analysis for the ancient mounded tomb group in Tagawa

小川進 (空間技術研究所)、谷口幸弥 (東京大学)

形の科学

アート・デザイン系学生のための形の科学

高木隆司 (東京農工大学・名誉教授)

Q. 小川進

なぜ黄金比が美しいと感じるのですか？

A. 一般には、ピタゴラスに対する尊敬の念から、彼が愛した正5角形において対角線と1辺の比が黄金比になっていることが原因と言われています。

Q. 手嶋吉法

人体やアート作品の中に黄金比 (1:1.62) に近い比を探すことは有意義か。質問者は黄金比には数理的な面では美しさがあると感じるが、黄金比を人体やアート作品に見出しても美しいとは必ずしも思えない。美しいと感じる否かは人によりけりと思う。

A. 確かに、美的感覚は人によって違う。ただし、アート作品に黄金比がみられることは、その作者が黄金比を愛したことを意味すると思います。

主体を仮想することについて

松浦執 (東京学芸大学)、面川怜花 (東京学芸大学附属世田谷小学校)

Q. 植田毅

ロボットをあまり人間に似せすぎるときもち悪い。

A. 人型 (ヒューマノイド) ロボットでは、人間の姿に近づくとともに急速に不気味に感じる、不気味の谷というものが知られています (森政弘)。その谷を超えると好感度が急速に高まるだろうとも言われます。ヒューマノイド研究者の石黒浩氏は非常に人間に近く、美しい姿のヒューマノイド開発で知られており、言葉使いにも十分に配慮することで、かなり好感もてるロボットを開発しています。人間の存在感とはどういふものか、存在感がテクノロジーによって伝達できるのかに挑戦しているといえるでしょう。

Q. 小川進

なぜ、ロボットが笑いをもたらすのか？

A.

人間の笑いは、緊張とその急激な緩和によって引き起こされるとされています。何かを認識しようと緊張して、急に受容できる状況になったときだと思います。ロボットを使っている面白く感じるのは、特に笑いを誘うつもりはやりとりではなく、「まじめに」喋りはじめたのに、子供たちに大笑いされることです。何を喋り出すかと緊張して耳を傾けたら、その時の話題に合った話でも笑うし、突拍子もないことでも笑います。暗黙の予測があって、それに対して何らかの意外性のあるロボットの表出があるのだと思います。どういう意外性なのか、掘り下げてみたいです。ロボットのかわいさと、話しの内容との違和感があるということも考えられます。えらそうに頑張ったこと言ってるという感じもあると思います。本研究のケースでは、ロボットに対してペットを見るような人と機械との関係性があると思います。