

第 81 回 形の科学シンポジウム 「量子科学と私たち」

討論記録（記録のあるもののみ掲載）

【主催】形の科学会

【共催】大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理研究所

【会期】2016年6月3日（金）、4日（土）、5日（日）

【会場】統計数理研究所 〒275-0016 東京都立川市緑町 10-3

講演会場：3階 セミナー室1 展示会場：3階 セミナー室2

【代表世話人】西垣功一（埼玉大学大学院理工学研究科 名誉教授）

〒338-8571 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 E-mail: koichi@fms.saitama-u.ac.jp

【共同世話人】中村振一郎（理化学研究所 中村特別研究室）

〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1 E-mail: snakamura@riken.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】6月4日（土）17:30より、統計数理研究所3階セミナー室2にて

【懇親会費】一般 4,000 円、学生 2,000 円

【第 81 回 形の科学シンポジウム WEB サイト】<http://katachi-jp.com/sympo81>

【第 81 回 形の科学シンポジウム予稿集 電子版】<http://katachi-jp.com/paper/Symposium81v2.pdf>

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3日（金）

形と知

ジグソー学習を取り入れた「理科読」による日本列島の形の探究に関する実践研究

原口るみ（東京学芸大学大学院）、松浦執（東京学芸大学）

Q1. 佐々木康成

かたちにこだわる子どもたちはいたか？

A1. いる。少なからずいる。

Q2.

ジグソー法の適用に関して、シリアルな知識（パラレルではなく）についても可能となるような事例やアイデアがあるといいが。

A2.

ジグソー学習が万能とは思っていないので、適宜使用することが重要である。今回は、パラレルな知識での事例だが、シリアルなものでも可能となるような事例も探していきたい。

C. 本多久夫

地形をテーマにした例であるのが良かった。個々の興味深い事実がプレートの動きを考えることで全体的な理解が得られた例であることが良かった。理科では、この他にも周期率など色々良い例があるだろう。

Q. 高木隆司

「理科読」という言葉の意味は何か。対応する英語はあるか？

A.

「理科読」の意味は、教科書以外の本を読むことで、①子どもの科学への興味関心を高める、②知識をつけ、理解を深める、③実験や観察の見通しをつける、④子どもたちが自分なりの表現をする、といったことを目指しています。私は特に絵本に注目したいと考えています。

「理科読」は2010年に生み出された造語であり、1対1で対応する英語はないと思う。

Q. 西垣功一

ジグソー学習のジグソーの意味はどういう内容ですか？ エキスパートグループで学習することで、ホームグループに戻った時にうまくすりあわされてビックリとジグソーのピースがはまるというような意味ですか？

A.

教室全体の課題に関する資料を断片化してホームグループのメンバーが1ピースずつ資料を担当する。同一ピースをもつ人々（エキスパートグループ）の間で議論を深めて、元のホ

ームグループに戻って、各々が深めた知識を持ち寄り（ジグソーパズルのように）全体像を描くという意味。

陰影のデザイン

坂口栄紀（同志社大学）、田中秀一（同志社大学）、佐々木康成（金沢星稜大学）、坂東敏博（同志社大学）

Q. 西垣功一

パターンの視覚情報と聴覚や触覚に由来するオノマトペとを対応づけることになりそうですが、脳の異なる領域間の相互作用を知ることになりそうですね。

A.

今回の実験では、脳の領域間の相互作用がどのような関係性にあるかを明らかにすることを目的にした実験ではありませんが、今後この実験を進めていくことで「ぶつぶつ」や「ざらざら」と言ったオノマトペがどのような視覚刺激によって想起されるのかといった関係は明らかにできるのではないかと考えています。その先に、脳の異なる領域間つまり、視覚刺激を処理する部位と聴覚刺激を処理する部位がどのように相互作用しているかを推定することは出来るかもしれません。

C. 本多久夫

オノマトペの子音分布による解析が役立つように思えたが、よく理解できなかった。聴衆の多くが先行研究を理解しているわけではないから、この方法を使った理由が納得できるような典型例のパターンなど出しながらか説明すべきである。

A.

今後同様の発表を行う場合、コメントに頂いたように先行研究についての説明を改善しようと思います。ご指摘いただきましてありがとうございます。

形の科学一般

顕微鏡（形状情報）に依らずにウイルスの宿主を推定するゲノム解析技術—“オリゴスティッキネス”

西垣功一（埼玉大学名誉教授）、Shamim Ahmed (Shahjalal Univ. Science and Technology)、齋藤あゆむ（東京大学医科学研究所）

Q. 福井義浩

マウスの肝炎ウイルスはヒトに感染しない。インフルエンザ感染に関しても、種によって感染性に差が認められる。西垣先生の提示した仮説で、それらの現象は説明できるのか？

A.

ホストとウイルスの共存時間がオリゴスティッキネス（OS）の類似性に関係するというのが本研究の中心仮説です。その意味から、感染期間に長短があれば、OSに影響がある可能性はあり、興味深いご指摘です

通信，暗号，そして多面体

佐藤郁郎（宮城県立がんセンター）、秋山仁（東京理科大学）

Q. 山口陸幸

準正多胞体の表現の（準）と（半）の使用分けを厳格に区別されているのでしょうか？

A.

ここで使用している（準 semi）は宮崎先生の（半）の意味で使用している。しかし、文献上は semi-と quasi-を逆に用いている文献もあるし、Semi-regular という term 自体、用いる人によって定義が異なっていて Confusion の原因になっている。統一がなされるという期待も薄い用語である。

Q. 西垣功一

β ウイルスの疑似 20 面体構造において、各頂点を形成するキャプソミアは複数個(5 とか 6)のタンパク質から形成されるようですが、先生の使われている表記法で表すことはできますか？

A.

関係するかもしれませんが、この場では即答しかねます。レベルの異なる問題という気はします。

リソスフェアの変形の微分幾何学

菊地和平（東北大学大学院）、長濱裕幸（東北大学大学院）

クモの網を模擬した構造の変形特性と冗長性に関する基礎的検討

森山卓郎（阿南工業高等専門学校）

C. 本多久夫

たて糸と横糸がクロスするところは可動なのでしょう。実際の写真をみると固定されているかもしねえ。

A.

実際には、網にかかった獲物が動いても網全体が壊れないように、縦糸との接合部で横糸のみが切れるような接合になっているようです。しかし、今回の解析モデルにおいては、縦糸と横糸の接合部は固定としています。縦糸と横糸の接合方法については、モデル化においての今後の課題になるかと思えます。

C. 山口陸幸

クモの糸は縦糸と横糸と中間の3種類あると思います。縦糸と横糸には粘り気がなく、中間の糸には粘り気があります(と思います)。実用化の検討であれば3種類の検討をされた方がよいのではないかと思います。

A.

クモの網では、一般に横糸が粘り気のある性質のようです。今回の解析では糸の粘性は考慮せず、縦糸と横糸で弾性定数のみを変えていますので、今後は粘性なども考慮したモデルにおいて解析を行うことも検討してみたいと思います。

弾性円管の内外圧力差による座屈

高木隆司（東京農工大学名誉教授）

C. 本多久夫

圧力がかかることで血管断面は楕円に似た断面になる。その平たくなる方向は血管の全体が直線ではなくわずかにでも曲がっていればそれにより決まるということだと思います。

Q. 菊池和平

データはどのようなものを使用されたのか。

A.

医者から頂いたデータ（標準値）を使用した。

文字教育における ICT の活用

香名健一郎（福井大学大学院）、本田容子（盛岡大学）、高田宗樹（福井大学大学院）

C. 本多久夫

漢字の筆順を考えると、二通り「どちらでもよい。しかし起源からすればこちら。」という教育が良いのではないかと。伝統を伝えながら子供に負担を与えないために。

Q. 佐々木康成

学習の基礎となる標準的な文字（伝統からという意味ではなく）を教えておくという意味は、むしろこの時代にはより必要なのではないか。

A.

その通りで、現在、標準書体という書体が存在していないことは問題だと考えている。文字言語の応用性から文字の成り立ちの意義を確認する意味でも伝統を重視することは大切である。しかし、グローバルな意味での学習効率や ICT 化を考えた場合、最も標準的な文字を示すことが重要である。文部科学省は「伝統的な言語文化」という分野に書写を入れたが、文字も時代に合わせて変化していくため、問題提起を続ける必要がある。

6月4日（土）

量子科学と私たち

SU(2) 代数から対称性と形へ ～方位角の波動関数の形を代数構造から探る～

小川直久（北海道科学大学）

C. 手嶋吉法

私も大学時代に量子力学を学んだが、その後あまり使わずに現代にいたる。今回展示した数学局面の中に球面調和関数の模型も含まれており、確かに対称な形をしている。模型を作るばかりで、数理的な吟味をおろそかにしていることを、ご講演を拝聴して反省した。

C. 高木隆司

量子力学と物の形との関連を理解するためのよい考え方やその体系化のアイデアを拝聴した。

Q. 中村振一郎

パリティを x, y, z と別々に扱うのなら鏡面对称操作と同じと考えるが、そう考えてもすべてのプロセスは同じか。

A.

概念は同じである。ただし通常、鏡面对称操作は結晶構造に関するもので、量子力学的な演算子としては定義されていないと思う。その辺が新しい。また、この演算子を量子力学的な対象物に作用させたときの固有値が-1 になるかどうかで波動関数の位相反転、つまり節面の存在をチェックしている。結晶構造には位相という概念がないので、このような使い方は見当たらない。

量子科学と私たち（公開講演）【招待講演】

分子が認識する分子の私たち ～量子化学情報で深層学習するために～

後藤仁志（豊橋技術科学大学）

Q. 中村振一郎

アスピリンの相転移において、分子内振動と全体のバルクモードのカップルはいかに表現されていますか。

A.

現時点で、我々の CONFLX 計算では、結晶の非対称単位が振動計算の対象となっています。相転移計算では、この非対称単位を意図的に拡張し、単格格子 1～16 個を立方体に積み上げて振動計算をしています。したがって、バルク（目に見えるほどの大きさ）のカップリングまでは考慮していませんが、有限ナノサイズの超微結晶における振動モードに相当すると考えています。また、実際の相転移と結晶内振動との関係は、欠陥の存在とその位置が重要になりますので、それを表現するためには、欠陥の出現率を再現するまで非対称単位相当を大きくする必要があるので、大規模並列計算を行う必要があります。まだ、そこまではできていません。

Q. 松岡篤

化合物記述子と三次元構造の関係についてもう少し説明してください。

A.

分子記述子 (Molecular Descriptor) は、分子の構造特徴量や物性 (反応性) 特徴量のことです。具体的には、分子内の

原子タイプや結合タイプ、ドナー/アクセプタ性、あるいは LogP のような物性値などを含めることもあります。この記述子の組み合わせで様々な分子をユニークに表現することができるのと、その記述子の集合は分子を特定することができる指紋 (Finger Print) であり、分子を情報化 (デジタル表現) したことになります。様々な分子に対してある物性を測定したデータを、分子記述子の Finger Print と物性を結び付けて機械学習させれば、新しい分子記述子を与えて物性を予測することができます。

一般に、分子記述子は分子の二次元情報や内部座標情報に基づいて表現することが多いですが、分子が分子を認識する (つまり、相互作用する) 場合、本質的には 3 次元構造が対象になります。したがって、三次元記述子がこれからの課題であり、それは分子内原子の配置だけでなく、電子状態 (構造) を含めてどのように表現するかという問題です。一つの例として、ファーマコフォア法を紹介しましたが、予測したい物性に対するより適切な表現方法を創造する必要があると考えています。

Q1. 細矢治夫

ケンブリッジの結晶構造予測のコンテスト 5 間にはいろいろな種類の分子やイオンがあると思うが、それをお聞きしたい。

A1.

原子数が数十の分子や、複数のイオン等を含む分子複合体、少し大きなフレキシブルな有機化合物等がありますが、タンパク質のように大きいものはありません。

Q2. 細矢治夫

結晶構造を予測する際に 80 Å の大きさが一つのメドになるといわれるが、それは分子やイオンの種類によって大きく異なるのではないか。

A2.

まず、80 Å というのは、アスピリン結晶における有効結晶半径をそこまで広げると、結晶エネルギーの揺らぎが極めて小さくなる境界のことです。我々の CONFLEX 計算では、通常、有効結晶半径内の非結合相互作用を分子単位で取り込むため、その意味では結晶エネルギーは分子の大きさに依存します。

一方で、原子単位で相互作用を取り込むことも可能であり、その場合は、分子のサイズにはそれほど大きく依存しないと云えます。この時に大きな影響を与えるのは、電荷分布であり、特に有効結晶半径の境界領域における電荷の正負分布に差があると、全エネルギーが揺らぎます。つまり、分子の大きさやイオンの種類というより、有効結晶半径の境界領域における電荷分布の不均一性が結晶エネルギーの安定性に大きく影響するのです。

Q. 高木隆司

巨大分子を結晶成長させるという過程がイメージしにくい。最初何コくらい分子から出発するのか。

A.

実験では、難しい問題で、タンパク質の結晶化を専門とする会社もあり、秘密の手法があるようです。我々の計算で、(比較的小さな分子ですが) 80 オングストロームくらいまで成長させるとエネルギーの揺らぎが減少するという事実と、実際の結晶化プロセスとは何らかの関係があると考えています。余談ですが、我々の CONFLEX 計算でタンパク質の結晶構造も計算したことがあります。その場合、結晶水以外の水分子の存在が結晶構造を再現する上で重要な役割を果たしていることが分かっています。

オービタルのかたち—節面と規則性

時田澄男 (埼玉大学名誉教授)

Q. 小川直久

節面の数の n 依存性について、数学的証明はなされているか?

A.

節面の数式は、波動関数の式を因数分解するだけで得られるので、その数や量子数依存性を求めている。

Q1. 細矢治夫

ミスプリの指摘

A1.

問い合わせ先を studionebula@gmail.com に訂正する。

Q2. 細矢治夫

原子軌道の形について、化学では実関数で s, p, d, f の形が見えるが、物理では複素数で表すから p, d, f の形が見えない。

A2.

s, p, d, f, \dots のうち、磁気量子数が 0 でない軌道の角部分 (球面調和関数) は、複素関数である。講演では、複素数の波動関数の平方を可視化することにより、複素関数と実関数の形の相互関係がわかることを述べた。講演内容を下記にまとめたので、ご参照いただければ幸いです。

時田澄男「オービタルのかたち—節面と規則性」, 形の科学会誌 **31**, 11-20 (2016).

http://katachi-jp.com/paper/31_1.pdf

電子励起状態ポテンシャルの形と光化学反応 ~フォトリミック分子 (ジアリールエテン) の光異性化反応を例に~ 小林高雄 ((株) MCHC R&D シナジーセンター)

Q. 岩田修一

真空中でなく溶液中のシミュレーションの現状についてご教示ください。特に体液中の薬のふるまいを考えた場合は、十分なレベルでしょうか。

A.

B-O 近似を基軸にして、注目する生体系の内、反応に関与する部分とそれ以外の部分に分割し、前者を量子化学的に (QM により) 取り扱い、後者を古典的に (MM により) 取り扱う QM/MM MD シミュレーションを活用すれば、ある精度内でシミュレーション可能である。

プロトンのダイナミックな挙動についても、それを量子的に取り扱えば一定の精度でシミュレーション可能である。

化学素反応における分子軌道の“形”の最小変化: 量子科学の新しい観点と福井—Woodward—Hoffmann 理論の統一

野平博之 (埼玉大学名誉教授)

Q1. 細矢治夫

非交差則の正誤性は感覚的に判断すべき問題ではない。基本的なやさしい理論を次第に複雑で高度なものに積み上げていくことをせずに、基本的なところを初めから否定する教育をしたら、とんでもない科学者が育ってしまう。

A1.

私の判断は、講演で詳しく説明したように、決して感覚的なものではなく、実証的な検討を重ねて到達した結論です。とりわけ重要なものは、非交差則の原点とされる、Neumann-Wigner の論文; *Z. Physik*, **30**, 467 (1929) の記述です。この論文の後半の数行に、“変化の速度が大きき場合、波動関数のエネルギーは非交差とはならずに変化する”とあります。これまで十分に認識されて来ませんでしたが、化学素反応の速さは、 $10^{-13} \sim 10^{-14}$ sec. であり、(cf. 山内薫著、「超短パルスレーザーによる化学反応の実時間観測」, *A. H. Zewail 教授の業績*、現代化学、2000年1月号)、これから考察すれば、“化学素反応における波動関数の変化に非交差則を適用する必要はない”という結論が導かれるはずで、最も基本的な Neumann-Wigner の原論文を検討していただければ幸いです。

Q2. 細矢治夫

福井のフロンティア軌道理論の HOMO-LUMO の対称性重視の考え方は非交差則を否定するものではない。

A2.

確かに、福井氏は“意識的に”非交差則を否定して、HOMO-LUMO の理論を提唱されているものではありません。しかし、この理論を適用した Diels-Alder 反応の説明、あるいはナフタレンへの求電子核置換反応などの説明は、結果的に非交差則を否定していることになります。(cf. H. Nohira, T. Nohira, *J. Theor. Comput. Chem.* **11**, 379(2012).

なお、福井氏には、私が 1985 年頃までに討論会、雑誌などで公表した講演要旨、別刷などが届けてあります。その代表的なものは、野平著、「軌道相の最小変化、福井理論および

Woodward-Hoffmann 則の論理構造とその統一理論原理」現代化学、1983 年 8 月号です。また、直接意見交換する機会もいただいております。しかし、福井氏からの反論は聞いておりません。そのような記録がどこかにありましたらご教示下さい。

Q. 小川直久

井戸型ポテンシャル中の粒子の波動関数のエネルギー固有値を考えると、基底状態のエネルギーは、壁の広さに依存するので壁には量子力学的な力が作用していると考えている。したがって、壁を瞬時に動かすということは外部とのエネルギーの受け渡しが行なわれたと考えるべきではないか。そうだとすると、同じエネルギーレベルの準位に移るとするのは、矛盾するのではないか。

A.

その点は問題であると考えている。しかし、原著者が提起した問題とその回答 (D. J. Tannor, Introduction to Quantum Mechanics A Time Dependent Perspective, pp. 7-10, University Science Books, 2007, 同、山下ほか訳、入門量子ダイナミクス、時間依存の量子力学を中心に (上) pp. 8-12, 化学同人, 2011.) においても、“外部とのエネルギーの受け渡し”は考慮されていない。また、状態は波束として変化しているが、エネルギーの総和は保存されている。“外部とのエネルギーの受け渡し”は無いのとしたモデル的な問題提起と考えればよいのではないのでしょうか。

なお、私の解釈とは切りはなして、原著者が提起している問題とその回答に限ったとき、その当否は如何でしょうか。

Q. 小林高雄

WH 則を考える際、オリジナルな非交差則に基づく軌道相関図ではなく、軌道の形の最小変化に基づいて書かれた相関図から考えた場合、いつでも WH 則を満たす保障が無くなってしまっているのではないかと。

A.

そのようなことはなく、いつでも WH 則を満たす。

公開講演 (一般テーマ) 【招待講演】

ビッグデータ、人工知能、そしてセレンディピティ

樋口知之 (統計数理研究所)

Q. 細矢治夫

高校の数学では「統計」はまますぎ扱い。この分野の研究者として何か動きはないのか。

A.

統計コミュニティとともに改善できるよう努力している。

Q. 川上保衛

政府の経済政策を打ち出す時に、それが当たるかどうかは現代の統計能力から可能ではないか。ただし一つの結果を社会に提示したときに、そのことによって別の行動を人間がすることになるのでこの“自己反省性”をどう数理的に処理するのが問題となろう。

A.

モデル化も含めて、実効的な観点で誰も成功していない難しい課題である。

Q. 高木隆司

コンピュータは、物理学の入試問題が不得意だという話があり、その理由は、物理現象の常識が無いとのことであった。では、常識がないというものを集めて体系化してコンピュータに教えるということは可能か、あるいはその試みがあるだろうか。

A.

「常識」を定義することは非常に難しい。それよりも背景や文脈依存性を課題に応じてとことん集積する作業を実現するほうが近道である。また、そのような試みは、私は知らない。

Q. 岩田修一

日本の逆問題に関する能力を高めるためには、どうしたらよいか？

A.

データサイエンスの教育が有効であり、文科省もそれに重点を置き始めている。

6 月 5 日 (日)

形の科学一般

力学系平衡点の可視化とデザインへの応用

山岡久俊、竹内琢磨

Q. 手嶋吉法

2 次元 (3D) の平衡点近傍の解軌道のパターンとして示された図は、網羅的か。あるいは幾つかの例か。例えば鞍点に関しては、矢印 2 本が内で 2 本が外 (隣同士の矢角度 90°) の場合だけが示されたが、矢印 3 本が内で 3 本が外 (隣の矢との角度 60°)、4 本が内で 4 本が外 (隣の矢との角度 45°) など、バリエーションが無数にあるように思うが、解軌道としては実現しないのか。2D でのバリエーションが増えれば、3D、4D も様々なパターンが得られると思う。

A.

今回は固有値分布のパターンで分類しています。力学系の解軌道の性質は固有値分布で特徴づけられますので、おおまかな形態としては網羅できていることとなります。

C. 山口喜博

色付けをすることもっとわかりやすくなるのではないかと。

14 面体立体パズル「レインボーキューブ」の解法表示ソルバーの開発

竹内琢磨、山岡久俊

C. 手嶋吉法

レインボーキューブは、結晶学者・渡辺泰成博士と機械設計技師・池上裕司 (両者の当時の所属は理化学研究所) が共同開発したものである。

Q. 山口喜博

バラバラの状態がレインボーキューブで許されるのかどうかの判定を行っているのでしょうか。

A.

(回答なし)

ギーリス曲線の特徴とプロダクトデザインへの応用

松浦真也 (愛媛大学)、齋藤邦彦 (滋賀大学)

C. 本多久夫

矩形の角をけずっていく流れでころがっていくもの、楕円が流れでけずれるような造形でできるものとの対応がつくと面白いと思った。

Q1. 高田宗樹

$p < 3$ ($p << 3$) の領域で、最大曲率は解析的に解けないか？

A1.

現段階では挑戦中である。

Q2. 高田宗樹

最大曲率の出るポイントは極座標で表した時定角になるのか？

A2.

定角ではないことは分かっているが、詳細は現段階では挑戦中である。

Q. 山岡久俊

デザイナーが決めた $p=2.5$ という値は結果として何かを最適化しているか？

A.

結果的に最大曲率をほぼ最小化している。

背景揺れを伴う立体映像視認時における体平衡系の数理解モデル化

天野直 (福井大学大学院)、木下史也 (名古屋大学大学院)、

平田隆幸 (福井大学大学院)、高田宗樹 (福井大学大学院)

Q. 山岡久俊

数理解モデルの意味は？

A.

「 $z = -\text{grad}U + \mu w(t)$ 」 $\text{grad}U$: 体を戻そうとする力、 $\mu w(t)$: ノイズ

Q. 高木隆司

表題にある「背景ゆれ」の意味が分からなかった。(1)実際の映像で揺れているのか、技術的問題でゆれが生じているのか。(2)技術的問題でゆれが生じているのか。(3)錯覚でゆれたように見えるのか？なお、「背景ゆれ」という言葉は、(2)(3)を想像させる。一方、「ゆれる背景」だと(1)になる。

A.

本研究では(1)です。

科学折り紙の結晶—折り紙モデルで結晶物性を考える—

石原正三 (埼玉県立大学)

C. 手嶋吉法

折り紙構造を作る過程で、物性の仮説を立てたり、構造の強度を体感したりする事は大切な事と私も思う。

Q. 手嶋吉法

ダイヤモンド構造の「固さ」をスケルトンの折り紙構造で体感できるとのお話があったが、スケルトン折り紙は正四面体とテトラポッドを合体させたような形。これに対して本来のダイヤモンド構造はテトラポッドだけを結合させた形。正四面体は三角形だけでできており、固くなるのは必然といえるので、テトラポッドだけからなる構造が「固い」ことを体感出来る折り紙構造の教材はできないか。

A.

四面体構造自体が硬いとしても、四面体のつくる構造が鎖状構造か網目構造化によってもモデルの硬さが変化するので、四面体を接合してできる立体構造が必ずしも硬いとは限らない。テトラポッドだけからなる構造のモデルとして、分子ふるいとして知られるゼオライト構造の折り紙モデルを制作しているが、硬さというよりも多孔質という質感を体感できる教材になっている。

Q. 野村和泉

水引きを使った折り紙ユニットのつなぎ方について説明してください。

A.

折り紙に竹串で穴を開け、短い水引きにセメダインをつけて差し込む。反対側も同様。

放散虫の収斂現象

松岡篤 (新潟大学)

Q. 西垣功一

図中のバイオイベントの意味はなんですか？生物界における何かのイベントと対応しているのでしょうか？

A.

あくまでも放散虫の微化石から推定された「種分化」や「出現」が生じたと推定される点を示しており、現実の自然界のイベントを直接表しているわけではありません。

Q. 小川直久

時代ごとに形が違うのは、時代の要請によって、必要な機能がそなわるように形が進化したものと考えられるか？

A.

殻形態の変化が、機能に対応した何かを直接的に示しているのではないと思います。

何度も同じパターンの進化傾向があるのを見ると、ファッションの推移をみているような感じを受けます。何度も起こる共通の原因は何かを突き止めることは、とても重要です。

まだ、よく分かっていません。

Q. 本田久夫

変化したものと変化しないものが共存するのか。

A.

放散虫の分類群によって、速やかに形態変化を示すものと、変化しにくいものがあるように見えます。

Q. 手嶋吉法

放散虫の骨格形成における「きちんと形が決まる部分」と「ランダムネスに委ねられている部分」は分けられているか。(例えば、人間の血管網のパターン形成のある部分はランダムに決まると聞く)それを調べるためには、生きている放散虫を飼い、親と子と子孫の骨格を比較すると良いと思うが、可能か。

A.

形態形質には個体変異の幅が大きいものと、小さいものがあります。飼育実験の条件を変えて、個体変異を明らかにするというのは、とても興味深い研究です。その方面の研究に挑戦していますが、まだ飼育できる種が限られているのが実情です。

どの種が飼育実験がしやすいのか、その理由も含めてようやくわかってきた段階です。

形と知

お笑いフレームと対話の形

細川拓朗 (東京学芸大学)、松浦執 (東京学芸大学)

C. 高木隆司

対話のおかしさという点で、落語家の志ん生が抜群だった。後の話のおかしさは、間の取り方にあったと思う。

A.

その通りである。落語家の枝雀による数多くの落語のサゲの分析によれば、人は緊張が緩和したときに笑うという傾向がある。落語のサゲには、心理的な不安定から安定、安定から不安定という急激な動きがあり、いずれも緊張が緩和する形になっており、笑いが起きるポイントになる。間の取り方も、話芸による心理的な緊張の取り方などに直結するものと思われる。

Q. 蛭原三華

自閉症の子供のためのロボットはどういう目的で作られたのか？

A.

自閉症の子供の教育を目的にしたものと、自閉症の診断を目的にしたものがある。顔認識や音声認識により、単に人の識別や言葉を認識するだけでなく、感情を評価し、それに対応するプログラムが可能である。子どもの言葉や動作を真似して再現してみせたり、ロボットから根気よく単純な提案を繰り返すことができる。また子どもの側からも、ロボットのために明快に表現する練習が自然にできるといった態度が生まれてくるという。近年では、言語処理によって、人に共感したり懐いたりすることが可能なAIも提案されつつある。ロボットが人間のパートナーの一つになることで、心を癒したり、心理的負担を軽減するコミュニケーションを安定的に提供できるようになるかもしれない。

近世日本の立体図法 —三浦梅園「玄語図」と松森胤保「動物系表」より—

出原立子 (金沢工業大学)

Q. 西垣功一

松森胤保の動物系表は進化的な意味や生存価値観のような概念は含まれているのでしょうか？

A.

そのような概念は入っていません。地面から空の方向に存在する位置と対応しているようです。

C1. 本多久夫

三次元配置が頭の中にある時に (図3にあるように立方体の頂点、1, 3, 7, 5, 2, 4, 8, 6 とすると)、1, 5, 7, 3 は同等な ? であるが、立体図法 A や B では同党ではなくなる。(1-5, 1-3 は等距離だが図法 A では異?... など)。これは承知の上仕方なくつくった図法なのか、それとも差異があることを意識しての図法なのか。対象となる具体的なものを考えて検討すれば面白いのではないか。

C2. 本多久夫

左右について価値観などの区別はないのか。その価値観が反映された上でのマッピングなのか (例えば左の物は右の物より重要など) わかると面白いと思う。

Q. 松浦執

3 次元的な配置の (関連性) を表現するとき 2 次元にマッピングするのですが、円環上へのマッピングが優先されているように見えます。円上への配置ということに何か意味はありそうでしょうか。

A.

直ちには解答できないが、梅園は円・球で宇宙を表している。胤保は円が複雑にからみ、解釈が難しい。

形の科学一般

半正多胞体の4接超球半径を求める(パート1)

山口陸幸

n次元超球まわりのストークス流れ

吉野隆(東洋大学)

Q. 手嶋吉法

講演の序盤で言及された「2次元におけるパラドクス」とは何か。

A.

2次元における球(円柱)のまわりの流れはストークス近似で扱えないというものです。

C. 高木隆司

シュレーゼンガー方程式の式は流体力学的な表現が可能(Takabayashi, 2019年)なので、今回の研究から量子力学の解がわかるかもしれない。

ケプラーの円錐曲線論

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(神奈川大学大学院)、杉本剛(神奈川大学大学院)

Q. 松浦執

双曲線を引くとき、2本の糸が同じ量できるように引くとのことでしたが、何らかの仕組みの工夫があったのでしょうか。

A.

特別な仕組みはなくかけたようだ。

合同円柱の重なりからなる立体形状とその実体化

宮本圭佑(千葉工業大学大学院)、荒川久遠(千葉工業大学)、手嶋吉法(千葉工業大学)

Q. 種村正美

素朴な疑問ですが、相貫体の各面は湾曲しているのですか。表1の表面積及び体制の式には(π)が含まれていないが、それで良いのか？(球をベースとする湾曲した面の表面積、体積には直観的に π が含まれるものと感じられたので。)

A.

湾曲しているが、表面積および体積の計算をした結果、 π は含まれない。これは、先行研究であるMooreらの論文でも指摘されていることだが、意外な結果と言える。

Q. 根岸利一郎

軸数増加に伴って表面積、体積ともに小さくなりますか。

A.

この表(スライド)に示すように小さくなります。

Q. 出原立子

模型制作に関する質問です。ご発表内容では高精度な3Dプリンターを使用されていましたが3DCGソフト(shadeなど)の集合演算を用い、安価な3Dプリンターを使用しても同様に模型を制作することはできますか？

A.

可能です。発表で紹介した模型は、ナイロン粉末を材料としてレーザー焼結法による3Dプリンタで造形しましたが、低価格帯の3Dプリンタ(FDM法による)でも造形を行ないました。造形時、前者はサポート不要で、後者はサポートが付きまますので、サポート除去が綺麗に出来れば、低価格帯の3Dプリンタでも問題ありません。

球状テンセグリティ構造の幾何学特性

浅尾祐樹(千葉工業大学)、手嶋吉法(千葉工業大学)

Q. 高田宗樹

安定性を計算する尺度はあるか。

A.

現在のところ、定性的に行っている。

C1. 本多久夫

正6面体から正8面体への変換の場合、右回転、左回転2通りがあるが、これらは鏡像関係ですね。

C2. 本多久夫

摩擦のない系でつくれば安定な形ではいられないですね。

Q1. 山口陸幸

正四面体ベースで組み上げられた正方形 or 正五角形は一本のゴムから成り立っているのですか？

A1.

ゴムは複数使用します。

Q2. 山口陸幸

正六面体ではなく立方八面体、正十二面体ではなく、二十面十二面体がベースではないか。

A.

連続的な変形が可能なので、中間状態をアルキメデス立体に関連づけることは可能であるが、本研究では、正多面体を基本とした呼び方にした。

Q. 西垣功一

念のためお伺いしますが、テンセグリティを構成する張力ベクトルの総和は0になりますよね。

A.

未確認ですが、そのように予想しています。