

# News letter

離散幾何と材料

その共通項を探究する



Discrete Geometric  
Analysis for  
Materials Design

次世代物質探索のための離散幾何学

科学研究費助成事業「新学術領域研究（研究領域提案型）」  
平成 29 年度～令和 3 年度

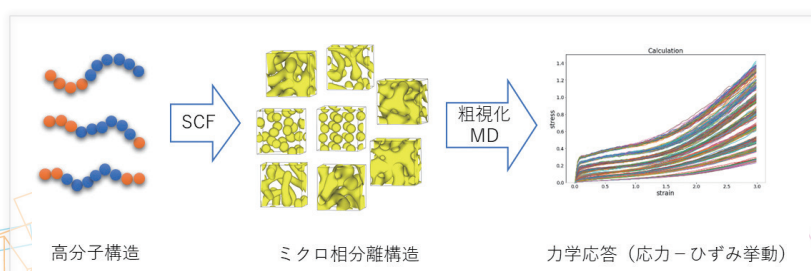
News letter  
Vol. 07

## A02 班代表挨拶

A02 班では、「ネットワーク解析による高分子材料」の研究を行っています。有機系材料や高分子材料を対象として、高分子鎖や相分離構造などの高次構造が形成するネットワーク構造を3次元トポロジー、階層的シミュレーション、機械学習等を用いて解析しています。

A02 班で用いる理論・シミュレーションとして、粗視化モデルを中心とした階層的シミュレーション手法を取り入れています。高分子の場合、一つの分子が多数の原子から構成されているうえ、架橋ネットワークや相分離が形成するネットワーク構造など、多数の分子の集合体の構造を取り扱う必要があるため、原子レベルから連続体モデルまでを駆使する階層的シミュレーションが必須です。

今回の研究では、ブロックコポリマーのマイクロ相分離構造が形成するネットワーク構造に着目しています。マイクロ相分離構造は安定相として球、シリンダー、ダブルジャイロイド、ラメラなど多様な構造を示し、その相図も精力的に研究されていますが、実材料においてはそのような平衡構造以外に非平衡状態で凍結したような構造が多く観察されます。このような多様な非平衡構造の特徴の抽出と分類、さらにはそのような相分離構造と応力-ひずみ挙動のような力学応答との間の因果関係、および相関関係をシミュレーションに加えて機械学習も用いながら、新たな学理の構築に加えて実用材料の設計へ展開することを目指しています。



埼玉大学大学院  
理工学研究科  
教授

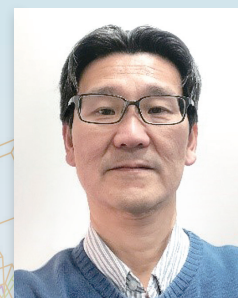
下川 航也

SHIMOKAWA Koya

研究分野: 3次元トポロジー

研究テーマ: トポロジーの高分子科学への  
応用

研究概要: 結び目理論や3次元トポロジーの  
高分子科学への応用を行っている。3次元ト  
ポロジーの応用によるブロックコポリマーのミ  
クロ相分離構造の分類と最適構造の提案、ペ  
プチド鎖やDNA等が作る結び目や絡み目の  
特徴付け、多環状ポリマーのトポロジーの分  
類などを行っている。



産業技術総合研究所  
機能材料コンピューショナル  
デザイン研究センター  
総括研究主幹

青柳 岳司

AOYAGI Takeshi

研究分野: 高分子科学

研究テーマ: 高分子の階層的シミュレーション

研究概要: 多様体上の線形および非線形の粗  
視化分子動力学、SCF 計算などの粗視化分  
子モデルを組み合わせた階層的シミュレー  
ション手法により、相分離、からみあいなど  
高分子材料の高次構造と物性発現メカニズム  
に関する研究を行っています。また機械学習  
を活用して、高次構造を考慮した構造-物性  
相関による材料設計にも取り組んでいます。

# A02 班研究の概要

A02 班には 2 つの研究計画があります。

■ **A02-1 「3次元トポロジーに基づく静的・動的ネットワークの提案」** (研究代表: 下川航也)

■ **A02-2 「高分子高次構造の階層的シミュレーション」** (研究代表: 青柳岳司)

A02-1 では数学の 3 次元トポロジーを用いた研究を行い、A02-2 ではソフトマテリアルの粗視化シミュレーションを用いた研究を行います。さらに、数学、シミュレーションに加えて機械学習を適用した材料設計に関するアプローチも進めております。

科研費 新学術領域「次世代物質探索のための離散幾何学」(領域代表 小谷) では、今年度第 2 期の公募研究を募集し、本新学術領域全体で 23 件の、また A02 班では 5 件の研究提案が採択されました。ゴム・エラストマー、コロイド粒子、相分離が形成するネットワーク構造の実験的解析や理論計算など、興味深い研究が集まりました。

引き続き、A02 班における計画研究と公募研究、および B01 班「物質・材料科学のための情報科学基盤」の研究グループとも共同し、これまでに無い形での数学、理論・シミュレーション、情報科学、材料科学の連携を模索し、新しい高分子材料の研究と開発を目指します。

次ページ以降で、A02 班で採択された全公募研究の紹介をします。

## 論文・書籍紹介

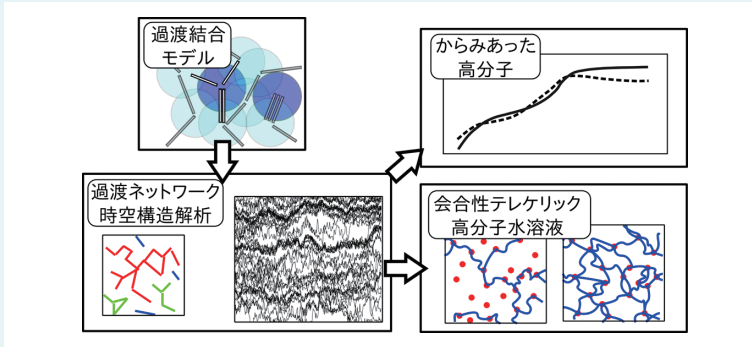
A02 班のこれまでの成果については下記の文献が参考になります。

- [1] N. Tomoshige, H. Mizuno, T. Mori, K. Kim, N. Matsubayasi, "Boson peak, elasticity, and glass transition temperature in polymer glasses: Effects of rigidity of chain bending", *Scientific Reports* 9 (1) (2019) 19514.
- [2] T. Sawada, Y. Inomata, K. Shimokawa, M. Fujita, "A metal-peptide capsule by multiple ring threading", *Nature Communications* 10 (1) (2019).
- [3] T. Konomoto, K. Nakamura, T. Yamamoto, Y. Tezuka, "Synthesis and Unimolecular ESA-CF Polymer Cyclization of Zwitterionic Telechelic Precursors", *Macromolecules* 52 (23) (2019) 9208-9219.
- [4] Y. Masubuchi, G. Ianniruberto, G. Marrucci, "Primitive chain network simulations for H-polymers under fast shear", *Soft Matter* (2019).
- [5] Y. Masubuchi, T. Uneyama, "Multi-chain slip-spring simulations for polyisoprene melts", *Korea-Australia Rheology Journal* 31 (4) (2019) 241-248. invited paper.
- [6] Y. Masubuchi, T. Uneyama, "Retardation of the reaction kinetics of polymers due to entanglement in the post-gel stage in multi-chain slip-spring simulations", *Soft Matter* 15 (25) (2019) 5109-5115.
- [7] H. Yamazaki, T. Mizuguchi, K. Esashika, T. Saiki, "Electro-osmotic trapping and compression of single DNA molecules while passing through a nanopore", *Analyst* 144 (18) (2019) 5381-5388.
- [8] E. Uehara, L. Coronel, C. Micheletti, T. Deguchi, "Bimodality in the knotting probability of semiflexible rings suggested by mapping with self-avoiding polygons", *React. Funct. Polym.* 134 (2019) 141-149.
- [9] T. Sawada, A. Saito, K. Tamiya, K. Shimokawa, Y. Hisada, M. Fujita, "Metal-peptide rings form highly entangled topologically inequivalent frameworks with the same ring- and crossing-numbers", *Nature Communications* 10 (1) (2019) 921.
- [10] K. Kyoda, T. Yamamoto, Y. Tezuka, "A Programmed Polymer Folding with Periodically-Positioned Tetrafunctional Telechelic Precursors by Cyclic Ammonium Salt Units as Nodal Points", *J. Am. Chem. Soc.* (2019).
- [11] K. Ishihara, Y. Koda, M. Ozawa, K. Shimokawa, "Neighborhood equivalence for multibranched surfaces in 3-manifolds", *Topology and its Applications* 257 (2019) 11-21.
- [12] R. Szal, J. Zmojda, M. Kochanowicz, P. Miluski, J. Dorosz, M. Lesniak, P. Jeleń, B. Starzyk, M. Sitarz, M. Kuwik, J. Pisarska, W.A. Pisarski, Y. Iijima, T. Mori, D. Dorosz, "Spectroscopic properties of antimony modified germanate glass doped with  $\text{Eu}^{3+}$  ions", *Ceram. Int.* 45 (18) (2019) 24811-24817.
- [13] Y. Masubuchi, "Contraction of Entangled Polymers After Large Step Shear Deformations in Slip-Link Simulations", *Polymers (MDPI)* 11 (2) (2019).
- [14] S. Honda, M. Oka, H. Takagi, T. Toyota, "Topology-Reset Execution: Repeatable Postcyclization Recyclization of Cyclic Polymers", *Angewandte Chemie-International Edition* 58 (1) (2019) 144-148.
- [15] K. Esashika, R. Ishii, S. Tokihiro, T. Saiki, "Simple and rapid method for homogeneous dimer formation of gold nanoparticles in a bulk suspension based on van der Waals interactions between alkyl chains", *Optical Materials Express* 9 (4) (2019).

# A02班 公募研究紹介

## 研究内容

- 研究題目** ▶ ゆらぐ過渡的ネットワークの構造とレオロジーの解析  
**研究計画** ▶ 高分子等を過渡的なネットワークととらえて記述する過渡結合モデルの時空間的な構造を解析し、構造とレオロジーとの関係を解明する。



## 研究代表者

名古屋大学大学院  
工学研究科附属計算科学連携  
教育研究センター 准教授



畷山 多加志

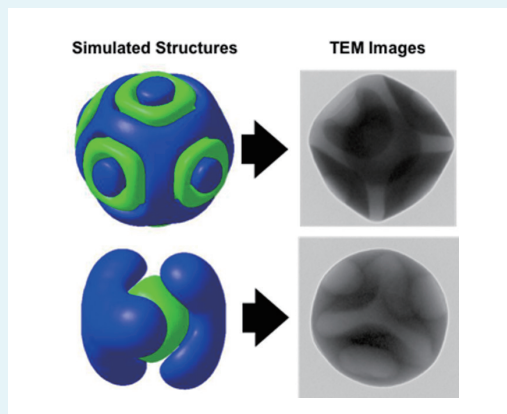
UNEYAMA Takashi

**研究分野**：高分子・ソフトマター物理、レオロジー  
**研究テーマ**：材料測定技術へのインフォマティクス導入  
**研究概要**：最近の粗視化モデリングの進展により、からみあった高分子や過冷却液体のような複雑な緩和挙動を示す系を構造が動的に紐変わる過渡的ネットワークとしてとらえることができるようになってきました。本研究ではそのような粗視化モデルの一種である過渡結合モデルの構造を時間・空間をあわせた時空間的クラスタ構造ととらえて解析し、その特徴を明らかにしてレオロジーやダイナミクスの解明につなげることを目指します。

## 研究内容

- 研究題目** ▶ 3次元拘束空間における階層的相分離構造の自由エネルギーLandscape探索

- 研究計画** ▶ CCH方程式に基づくシミュレーションを用いて、3次元拘束空間における階層的マイクロ相分離構造形成の熱力学描像を明らかとする。



## 研究代表者

東北大学  
材料科学高等研究所  
准教授（ジュニア主任研究者）



藪 浩

YABU Hiroshi

**研究分野**：高分子化学  
**研究概要**：理論化学はあらゆる物質の形態を対象としていますが、私はとくに固体の研究をしています。近年、計算機の進歩により、様々な結晶構造の情報に基づいて未知の物質の結晶構造を予測することが可能になってきています。私はそのような最先端の手法を駆使して、新規物質の探索を行っています。また、得られた新規物質に対する電子状態計算を行ってその物質の物性の解析も行っています。

## 研究内容

- 研究題目** ▶ 材料の内部構造に関する新しい幾何学的解釈とその変形機構の解明への応用  
**研究計画** ▶ ポリフッ化ビニリデンに電場をかけたときの電気分極と変形ひずみ、スキルミオンに1軸応力をかけたときの異方的変形、などの実験結果を従来の統計力学的モデルに Finsler 幾何 (FG) を応用した FG モデルで研究する。

**研究分野**：材料物性、統計力学、計算科学、応用数学

**研究概要**：液晶エラストマの、電場、機械的な力、温度変化、等の外力による異方的な変形を、FGモデルを用いた数値計算で再現するような研究をしています。FGモデルの特徴は、異方的な変形現象を、それに対応する複雑な電子や原子の相互作用を導入しなくとも、従来の等方的な現象のモデルのまま研究できるところにあります。これは、従来のモデルにおける相互作用定数が、Finsler計量を仮定することで、場所と方向に依存するようになるためです。この方向依存性が相互作用定数に出てくる理由は、材料内部をFinsler空間とみて、ハミルトニアンをそのFinsler空間の長さを使って表わすためです。Finslerの長さは、内部自由度、例えば液晶エラストマの場合は液晶分子の方向自由度、を使って定義され、従って、動的に変化します。普通は材料の内部の距離はそれが置かれている3次元ユークリッド空間の距離と同じと考えるため、その距離は場所や方向には依存せず静的で、その結果、相互作用の強さは一定で等方的のままになり、ここところがFGモデルでは大きく異なります。今後は、ハミルトニアンで定義される統計力学的モデルばかりでなく、偏微分方程式モデルで表わされるような現象にも、FGモデルの考え方を適用していきたいと考えています。

## 研究代表者

仙台高等専門学校  
嘱託教授



鯉淵 弘資

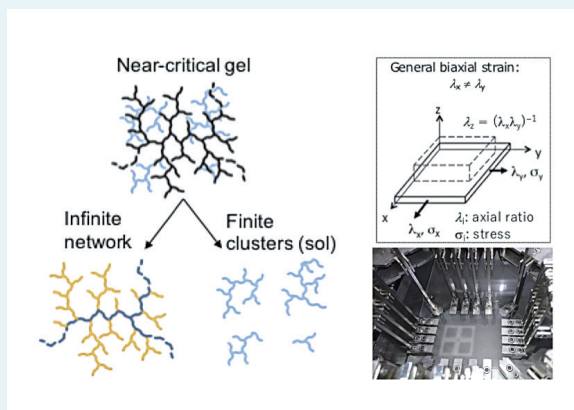
KOIBUCHI Hiroshi

研究内容

研究題目 ▶ 擬臨界ゲルの疎な網目とフラクタル成分が生む特異な非線形レオロジーの多軸変形解析

研究計画 ▶

擬臨界ゲルの非線形弾性および非線形レオロジー挙動を多軸変形測定によって調べ、階層ネットワーク構造に由来する特徴を明らかにする。



研究代表者

京都工芸繊維大学  
教授

浦山 健治

URAYAMA Kenji



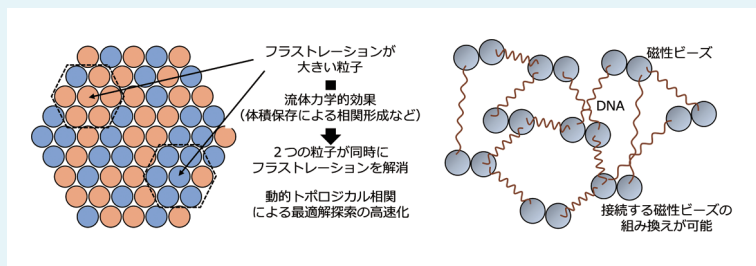
研究分野：高分子物性、高分子レオロジー、高分子材料力学

研究概要：ゲル化点近傍の擬臨界ゲルは、極端に疎な無限高分子網目、および形態・サイズに広い分布をもつ有限フラクタルクラスター群から成る階層ネットワーク構造を有しています。擬臨界ゲルの大変形挙動と非線形レオロジーの特異性を多軸変形の実験から明らかにし、階層ネットワーク構造との相関関係を理解することを目指しています。

研究内容

研究題目 ▶ 人工原子ネットワーク構造における物性・機能のトポロジ的解釈と制御

研究計画 ▶ 2次元コロイド結晶における動的トポロジカル相関による最適解探索の高速化、ならびにポリマーを模した柔らかいネットワークのトポロジカル組み換え構造と物性の相関を明らかにする。

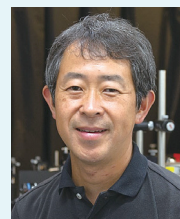


研究代表者

慶應義塾大学  
理工学部電気情報工学科 教授

斎木 敏治

SAIKI Toshiharu



研究分野：アクティブマター、相変化フォトニクス

研究概要：人工原子間の動的相関を時空間観察することにより、イジングマシンの解探索機能向上やポリマーに代表される柔らかい物性におけるトポロジーの本質的役割を抽出することを目的とする。人工原子という離散的な構成要素に対して、自由度のきわめて大きい柔らかさをもち系を研究対象とし、動的なトポロジカル構造とその自律的最適化が機能の本質をもたらすことを実験的に実証する。

HARMONICS  
Column for math-mate collaboration

第7話

物理学者のインディ・ジョーンズ

先日テレビドラマ「危険なビーナス」を見ていたら、フラクタル図形が出ていました。一般に複雑な形状をしているものでも、拡大すればするほど細部の複雑さがなくなり形が滑らかになっていきますが、フラクタル図形はどれほど拡大しても同じ形状を持ち続ける幾何学模様です。自然界のみならず、古代の建築物にもフラクタル図形が見られるそうです。見ると心が安らぐという話もあるようですが、数学者の方々はむしろわくわくするのもかもしれませんね（偏見）。

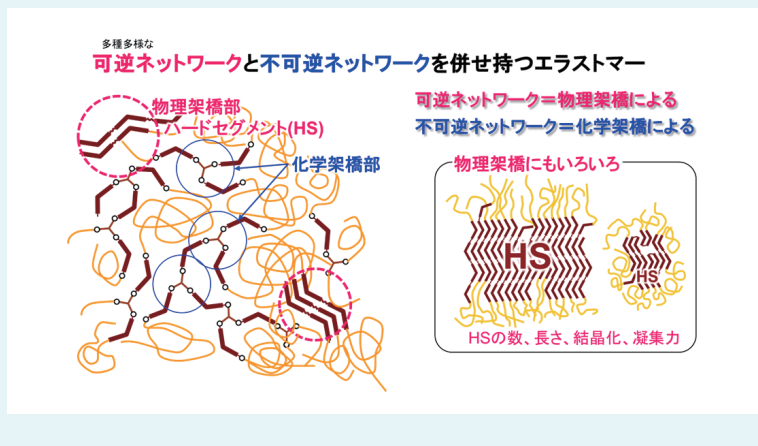
ドラマの中では、全体の形と細部とが相似にある幾何学模様の絵をサヴァン症候群である主人公の父が描いたそうで、何やら30億円の遺産よりも価値があるものらしいです。それをめぐって誘拐やら暴行やらドキドキハラハラのサスペンスが描かれていました。私であれば目の前にある30億円が欲しいですが、フラクタルの背後にある素数の実生活における重要性を考えると大きさではないということなのでしょう。ドラマではウラムの螺旋にも言及されており、私はwikipediaで少し調べただけですが、素数の分布が作る二次元模様の奥深さに圧倒されるものがありました。

幾何学模様といえばペンローズ・タイルも有名です。ペンローズは「ブラックホールの形成が一般相対性理論の強力な裏付けであることの発見」により2020年のノーベル物理学賞を受賞しましたが、他の天才と同じく様々な分野で偉大な業績をあげており、ペンローズ・タイルもその一つでしょう。1984年にはペンローズ・タイルと同じ対称性を有する結晶構造をもつ「第三の固体物質」である準結晶が発見され、研究に大きな貢献をしたダニエル・シェヒトマンに2011年のノーベル化学賞が授与されました。

6 ページへ続く

研究内容

研究題目 ▶ 異なる二種のネットワーク構造を有するエラストマーの階層構造と力学物性発現機構



研究代表者



九州大学  
先導物質化学研究所 准教授

小椎尾 謙

KOJIRO Ken

研究分野：高分子材料科学

研究概要：ポリウレタンエラストマー（PUE）は、化学架橋点と物理架橋点の両方を併せ持つことが可能な材料である。また、PUEはゴム材料の中でも高い破断強度を示すことが知られており、二種類のネットワーク構造の存在と関連している可能性があるが、詳細は明らかにされていない。本研究では、二種類のネットワーク構造の密度、凝集状態、両者の存在比等を制御したPUEを調製し、力学物性との相関を解明する。

5 ページの続き

準結晶はこのコラムにも何度か登場していますが、準結晶に関する面白い本を最近読みました。『第二の不可能を迫え！理論物理学者、ありえない物質を求めてカムチャッカへ』（みずす書房）というものです。著者のポール・J・スタインハートは、インフレーション理論やサイクリック宇宙論などの先駆的研究で知られるアメリカの高名な理論物理学者だそうですが、準結晶の発見にも理論面で大きな貢献をしました。第三の固体物質である準結晶が世の中で市民権を得るまでには、理論物理としても興味深いドラマがあったわけです。

スタインハートはあるとき物質の構造に興味をもち、大学院生のドブ・レヴィンと共に準結晶の概念を思いつきます。それはノーベル賞を受賞したシェヒトマンが準結晶を実験的に発見するのと同時期だったようです。スタインハートが幸運だったのは、絵に描いた餅だと思った準結晶について、同じアメリカの240kmしか離れていない近くの研究室で、ほとんど同じ時期に実験結果が見つかったこと。スタインハートの分野を越えた研究能力の高さにも舌を巻きますが、それだけでは偉大な成果にはつながりませんでした。いくつかの幸運も重なって、大きな成果が生まれたわけです。つい偉大な発見をした研究者一人を天才と持ち上げる傾向がありますが、研究の成功にこのような運の要素がかなり大きいことも真実だと思います。

スタインハートはさらに天然の準結晶の証拠を求めて、ロシアのカムチャッカ半島にフィールドワーク（鉱石採り？）に行きます。カムチャッカ半島は調べてみると日本からは結構近いですが、アメリカからは遠く離れた辺鄙な場所です。一般的に見れば理論物理学者にとってかなり無謀な試みで、案の定、遠征資金も公的な機関からは断られました。それでも大学の卒業生の中から1000万円以上の資金を寄付してくれる支援者が現れました。寄付文化は日本にはありませんが、このような科学の友が大学の卒業生にいたところがアメリカの科学研究の強みの一つでしょう。日本でも最近ではクラウドファンディングで資金を集められるかもしれませんが、いずれにせよスタインハートの行動力はすさまじい一言です。日本にはそのような研究者がいるのでしょうか。

題名にある「第二の不可能」という言葉も研究をやる上で分野を越えて重要なキーワードでしょう。第一の不可能というのは絶対に不可能なもの（ $1+1=3$  など）ですが、第二の不可能はこれまでの常識（前提）では不可能とされているものです。うまく前提の抜け道を見つければ、不可能が可能になります。そのような「第二の不可能」である準結晶に挑んだスタインハートのように、不可能を可能にするために努力するのが私たちの研究活動に求められるものであることは異論がないでしょう。ただ、それが難しい。なぜなら周囲の研究者やいわゆる大御所の先生たちに強く否定され傷つけられるからです。たとえばスタインハートに投げかけられた「数学的にはありえるが、現実の世界には存在しないだろう」という意見は、この領域にももしかしたらなじみ深いものかもしれません。そのような逆境の中でも決して諦めないスタインハートの不屈の精神には大変勇気づけられるものがありました。

塩見 雄毅

2012年に東京大学大学院工学研究科物理工学専攻で学位を取得。同年にWPI-AIMR 助教、2013年より東北大学金属材料研究所で助教となる。さらに2014年からERATOプロジェクトの研究総括補佐、先端スピンドル科学グループのリーダーを併任。2017年には東京大学工学系研究科附属量子相エレクトロニクス研究センターにて特任講師、理化学研究所創発物性科学研究センタートポロジカルスピントロニクス研究ユニットのリーダーを併任。2018年から東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻基礎科学系の准教授となり現在に至る。

新しいエレクトロニクス機能の開発を目指して、物性物理学の基礎実験研究に取り組む。特に、物質の磁性を研究の軸にしており、トポロジーやスピントロニクスといった21世紀の新概念を利用した物理現象の開拓を目指す。

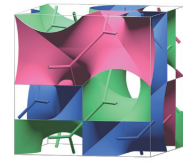
### 研究会「A02 班オンライン会議」

日時：2020年9月19日（土） 会場：Zoomでのオンライン開催

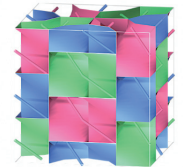
第1回領域会議での議論を更に深めるため、A02班での研究会が行われました。

A02班では高分子の材料に対し、トポロジーやグラフ理論といった数学的手法を用いた物性解明と、実際の形成及び新たな物性を持つ材料の形成との相互連携により研究を行っています。

講演ではまず坂田直樹氏（埼玉大学）による3相共連続構造の数理モデルについて解説が行われました。3次元の周期的構造をもつ共連続構造は複雑ではあるが trisection と呼ばれる数学のモデル化が可能であり、安定化という同値関係で物性をまとめることができます。その他にもコロイド粒子を用いたネットワークやファントムネットワーク、離散 Finsler 幾何への応用など、9名の方が講演を行い、白熱した議論が行われました。



3srs



3dia\*

### 研究会「第2回オンライン領域会議」（A01, A02, A03, B01 合同会議）

日時：2021年1月9日（土）10日（日） 会場：Zoomでのオンライン開催

領域内での2回目の全体会議が2日間によって行われました。情勢を鑑み、オンラインでの開催となりましたが、大きなトラブルもなく進行いたしました。

まず初日はA01班とA02班の講演でした。A01班ではトポロジカル物質に対する数学的解釈とその解釈に基づいた物質形成について研究を行っております。

講演ではまず、古田幹雄氏（東京大学）による long talk から始まりました。APS 指数定理と呼ばれる数学の定理を材料科学へ応用するためのアプローチ法について解説がなされました。APS 指数定理は境界のある多様体上の Dirac 演算子の指数定理ですが、起源は物理学にあり、電子と電磁場の性質を関係づけるものです。これによりトポロジカル絶縁体のバルク-エッジ対応を数学的に記述できるため、トポロジカル物質と数学を繋ぐ大事な定理の一つです。次にA01班の13名による short talks が行われました。ホモロジーやホモトピーを用いた数学モデルの構成、スペクトルによる物性の特定など様々な題材に関する講演がなされました。

A02班の講演では、long talk として、最初に小椎尾謙氏（九州大学）によるネットワークポリマーと物性の関係についての解説がなされました。ネットワークポリマーとは高分子鎖が形成するネットワーク構造のことですが、非常に複雑な構造を持っています。具体例としては熱硬化性樹脂などが挙げられます。ネットワークはグラフ理論と密接な関係があり、数学的モデルを確立することによって実験による検証と数学的な解釈の相互理解を行うことが期待されています。

その後、A02班の9名の方の short talks が行われました。前半は主にブロック共重合体の構造に現れるネットワーク構造に特化した手法に関する講演で、後半はより広い枠組みのネットワーク構造へのアプローチに関しての講演でした。

2日目はA03班とB01班の講演でした。A03班では多孔質材料に対する数学的モデル形成及び材料形成を目指し研究を行っています。講演では long talk として吉川浩史氏（関西学院大学）のMOFの構造とトポロジーについて講演がなされました。MOFは金属有機構造体の省略名ですが、多孔質で周期性のある物質であるのでガス吸着や触媒などに用いられます。MOFのネットワーク構造の歪みが特性を変化させるため、トポロジーの視点からMOFを研究することは非常に重要であると言えます。

次にA03班の8名の方の short talks が行われました。極小曲面を用いた数学的モデルの解明やドーブによるエネルギー変化など多角的なアプローチによる成果報告が挙がりました。

B01班では複雑な階層ネットワーク構造を持つ高分子のシミュレーションやデータ解析を行っております。

講演では long talks として一木輝久氏（名古屋大学）によるネットワークと結び目の分類について、辻雄太氏（九州大学）による科学グラフ理論による物質解析について、本武陽氏（統計数理研究所）による位相的データ分析を用いた材料構造形成過程による分析の講演が行われました。

ニューラルネットワークは脳の神経回路の数理モデルであり、結び目理論と非常に密接な関係があります。化学グラフは原子の繋がりをグラフとして扱うもので、数学のグラフ理論を基に多くの情報を得ることができます。

次にB01班の方3名による short talks が行われました。A01, A02, A03班で得られたデータを用いたデータ解析の報告、今後のアプローチに関する指標などが報告されました。

両日とも他の班との連携を意識した問題設定と報告内容で、講演に対して同じ班からだけでなく、他の班からの質問がなされ、活発な議論が行われました。

# 活動記録

## 2020年

5月14日 オンラインセミナーシリーズ「ディープラーニングと物理学 2020 オンライン」  
(以後定期開催)

11月20日 オンラインセミナー「数学と材料科学」

## 2021年

1月9日-10日 第2回オンライン領域会議

1月27日 九大先導研・新学術「材料離散幾何解析」合同シンポジウム  
マテリアルズインフォマティクス講演会～材料科学と情報科学のクロスオーバー～

※会場の記載がない場合はオンライン開催です。

## 今後の行事予定

2月8日 第1回 新学術基礎講義「非エルミート系におけるトポロジカル物性」

2月12日 第2回 新学術基礎講義「高次トポロジカル絶縁体の物理」

2月14日 第76回年次大会(2021年) 共催シンポジウム内  
「次世代物質探索のための離散幾何学」

3月10日-11日 第18回 SPring-8 ユーザー協同体 顕微ナノ材料科学研究会  
第15回 日本表面真空学会 放射光表面科学研究部会  
第4回 日本表面真空学会 プローブ顕微鏡研究部会  
合同シンポジウム(会場:金沢大学サテライトプラザ)

## 募集

人材募集する場合は領域ウェブサイトにて情報掲載いたします。



### 問い合わせ先

小谷 元子 (領域代表)  
東北大学材料科学高等研究所 (AIMR)  
E-mail : [contact@math-materials.jp](mailto:contact@math-materials.jp) 領域ウェブサイト : <https://math-materials.jp/>

News letter Vol. 07 編集担当: 福田 瑞季、渡部 淳、池田 進 (東北大学 AIMR)