

2022年度共同利用研究報告書

2022年09月22日

所属・職名 金沢大学 大学院 自然科学研究科・教授

松谷 茂樹

	整理番号	2022a003
1.研究計画題目	材料科学における幾何と代数III	
2.新規・継続	継続	
3.種別	一般研究	
4.種目	研究集会(I)	
5.研究代表者	氏名	松谷 茂樹
	所属 部局名	金沢大学 大学院 自然科学研究科 職名 教授
6.研究実施期間	2022年09月08日(木曜日)～2022年09月10日(土曜日)	
7.キーワード	結晶, らせん転位, 結晶構造, トポロジカル欠陥, キンク現象, 破壊, ゼータ関数, 初等整数論の材料学への応用, 曲がった量子系, 点過程, パーコレーション, リーマン幾何学, 代数学の材料学への応用, 幾何学の材料学への応用, 技術からの数学	
8.参加者人数	111人	

9.本研究で得られた成果の概要

本研究集会IIIは、研究集会II「結晶のらせん転位の数理」（2016年）、研究集会I「結晶の界面、転位、構造の数理」（2017年）、研究集会II「結晶の転位の先進数理解析」（2018年）、研究集会II「結晶の界面、転位、構造の先進数理解析」（2019年）、研究集会II「材料科学における幾何と代数I」（2020年）の継続と位置付けられる研究会である。

これら研究会の成果を踏まえ、また、特に一昨年、昨年実施の「材料科学における幾何と代数I」「材料科学における幾何と代数II」を継続して、本研究会は材料科学と幾何学や代数学との交流を目指した。この背景には、1) 技術の発展により産業界で求められる仕様が大きく変貌したこと、2) 観測装置や作成装置が発展し、原子レベルでの構造の制御や観測などが可能になったこと、3) これらにより、従来材料科学で使われてきた数学だけでは表現できていない、新たな観測事実や現象が生じていることがある。本研究集会では、幾何学、代数学に関わる材料科学の研究者と、幾何学、代数学の研究者が議論する場を提供し、相互理解のきっかけを得ることを目的とした。昨年までの交流をより一般化し、哲学に関わるものや一般位相幾何の応用、企業研究者からの報告も含め、17講演が行われた。Twitterなどによる宣伝により、企業研究者などの現場の技術者の参加者もあり、111名という昨年の約倍の人数となった。本研究集会の成果としては、講演、議論を通じて、数学者と、数学活用者との交流の礎・足場となったことである。

現在、計画されている共同研究に関しては、尾上順教授が講演を行ったカーボンナノチューブの研究がある。数学者と化学者が各自の得意領域を融合することにより、関連する論文1件を執筆することが計画されている。

研究集会「材料科学における幾何と代数 III」について

本研究集会 II は、研究集会 II「結晶のらせん転位の数理」(2016 年)、研究集会 I「結晶の界面、転位、構造の数理」(2017 年)、研究集会 II「結晶の転位の先進数理解析」(2018 年)、研究集会 II「結晶の界面、転位、構造の先進数理解析」(2019 年)、研究集会 II「材料科学における幾何と代数 I」(2020 年)の継続と位置付けられる研究会である。

これら研究会の成果を踏まえ、また、特に一昨年、昨年実施の「材料科学における幾何と代数 I」「材料科学における幾何と代数 II」を継続して、本研究会は材料科学と幾何学や代数学との交流を目指した。この背景には、1) 技術の発展により産業界で求められる仕様が大きく変貌したこと、2) 観測装置や作成装置が発展し、例えば原子レベルでの構造の制御や観測等が可能になったこと、3) これらにより、従来材料科学で使われてきた数学だけでは表現できない新たな観測事実や現象が生じていることがある。本研究集会では、幾何学、代数学に関わる材料科学の研究者と、幾何学、代数学の研究者が議論する場を提供し、相互理解のきっかけを得ることを目的とした。昨年までの交流をより一般化し、哲学に関わるものや一般位相幾何の応用、企業研究者からの報告も含め、以下のような 17 講演が行われた。

- 1) 企業の現場で数学モデル化の特徴と課題について 松谷茂樹 (金沢大学),
- 2) 技術と数学の関係, 暗黙知に関して哲学の視点からの考察について 鈴木俊洋氏 (崇城大学),
- 3) マテリアル・インフォマティックスの研究について 野田祐輔氏 (岡山県立大学),
- 4) 企業の現場での計算化学, 量子計算などの数理的な活用事例と, データサイエンス活用における数学について 増子貴子氏 (京セラ (株)) 高橋卓大氏 (京セラ (株)),
- 5) 水素原子の量子力学的取り扱いの数理学的研究について 伊藤裕斗氏 (電気メーカー),
- 6) 一般位相幾何を応用することによる材料科学で観測される形状に関する研究について 大森祥輔氏 (早稲田大学),
- 7) 格子・電子欠陥による局所対称性の破れとトポロジカル・マルチフェロイクスの創出の研究について 嶋田隆広氏 (京都大学),
- 8) ポリアセチレンの物性での位相幾何, 代数的構造について 中原幹夫氏 (近畿大学),
- 9) 曲がった量子系に関する理論研究について 平久夫氏 (北海道教育大学),
- 10) 曲がった量子系の量子効果に関するカーボン系での実験的実証について 尾上順氏 (名古屋大学),
- 11) ミルフィーユ構造を持つ系での均質化法に関する数学的研究と, 数値計算について Karel Svadlenka 氏 (京都大学),
- 12) 単純な均一化法がうまく機能しない例があることなども含め, ランダム媒質の電磁場物性の均質化法の研究について 五十嵐一氏 (北海道大学),
- 13) 電磁場物性の均質化に関わる連分数表示の数学的意味付けとその最近の成果について 比留間真悟氏 (京都大学),

- 14) 柔軟な線・面形状ロボット関連における曲面の取り扱いに関する研究について 岩本憲泰氏 (信州大学),
- 15) Lagrangian-Eulerian のハイブリッド連続体力学解析に関して 垂水竜一氏 (大阪大学),
- 16) 近藤・甘利理論による結晶転位の塑性の数値計算の研究について 小林舜典氏 (大阪大学),
- 17) 東大数理のFMS P社会数理実践研究における材料科学への数学応用について 中川淳一氏 (東京大学).

twitter による宣伝などにより、企業研究者などの現場の技術者も含め、111名という多人数の参加者となった。講演の後の質問時間や現地開催でのフリーディスカッションなどの交流の機会を確保したことにより、昨年よりも、講演、議論を通じて、数学者と数学活用者との交流の礎・足場となり、本研究集会の目標は達成されたと考えている。言葉としての数学に還元すると、異なる科学分野において予想以上の共通点があることも体感できたと考える。

現在、計画されている共同研究に関しては、尾上順教授が講演したカーボンナノチューブの研究がある。数学者と化学者が各自の得意領域を融合することにより、関連する論文1件を執筆することが計画されている。

21世紀に入って幾何・代数の研究が材料科学において急速に必要となっており、更なる加速が期待される。本研究はその礎・足場として期待に応えるものとなったと考える。

研究集会代表
松谷茂樹

2022.9.22

IMI Workshop II: 材料科学における幾何と代数 III

(Geometry and Algebra in Material Science III)

九州大学マス・フォア・インダストリ研究所

ハイブリッド 研究会 (Zoom & 九州大学 IMI オーディトリウム (ウエスト 1 号館 D 棟 4 階 413 号室))
(2022 年 9 月 8 日 (木) – 10 日 (土))

1 Program

9 月 8 日 (木)

12:50-12:55	オープニング	
12:55-13:55	松谷茂樹 (金沢大学)	産業現場での数学モデル化 (現実と数学) について
14:05-15:05	鈴木俊洋 (崇城大学)	数学の現象学と専門知論
15:05-15:25	休憩	
15:25-16:25	野田祐輔 (岡山県立大学)	インフォマティクス支援ナノスケール材料計算の活用事例
16:35-17:45	増子貴子 (京セラ (株)) 高橋卓大 (京セラ (株))	京セラにおける材料科学への数理解析技術の適用事例

9 月 9 日 (金)

9:40-10:40	伊藤祐斗 (電気メーカー)	Clifford 代数を用いた水素原子の隠れた対称性の解釈
10:50-11:50	大森祥輔 (早稲田大学)	一般位相空間論を用いた物質の幾何学的構造の表現について
12:00-13:00	嶋田隆広 (京都大学)	格子・電子欠陥による局所対称性の破れと トポロジカル・マルチフェロイクスの創出
13:00-14:20	昼休憩	
14:20-15:20	中原幹夫 (近畿大学)	Polyacetylene: Past and Present
15:20-15:35	休憩	
15:35-16:35	平久夫 (北海道教育大学)	曲面量子系の多様なナノ物性
16:45-17:45	尾上順 (名古屋大学)	1 次元凹凸曲面構造を有するフラーレンポリマーの新奇な物理と化学

9 月 10 日 (土)

9:30-10:30	Karel Svadlenka (京都大学)	構造材料の弾塑性変形の変分的アプローチによるモデリング
10:40-11:40	五十嵐一 (北海道大学)	静的および準静電磁界におけるランダム媒質の均質化について
11:50-12:50	比留間真悟 (京都大学)	均質化における連分数表示の活用
12:50-14:10	昼休憩	
14:10-15:10	岩本憲泰 (信州大学)	ロボティクスから挑戦する制御できる曲面
15:20-15:50	垂水竜一 (大阪大学)	リーマン多様体上の弾性理論とその応用
16:00-16:30	小林舜典 (大阪大学)	転位を含む結晶の連続体力学: 微分幾何学と変分法に基づく数値計算
16:40-17:10	中川淳一 (東京大学)	F M S P 社会数理実践研究 (東大数理): 結晶の配位数列は準多項式型
17:10-17:15	クロージング	

参加にあたっては、下記の参加申込をお願いします。

URL : <https://forms.gle/H3rA1D7EmHMGKQtC6>