

ソフトクリスタル

高秩序で柔軟な応答系の学理と光機能



SOFT CRYSTALS
Science and Photofunctions of Flexible Response
Systems with High Order

News Letter No.1

October, 2017



SOFT CRYSTAL TODAY	1
領域代表あいさつ	
領域概要	
研究組織	
REPORT	8
第1回公開シンポジウム（キックオフシンポジウム）開催報告	
INFORMATION	11
公募研究募集概要	
AWARD	12
ET CETERA	13
ロゴマークについて	



■ 領域代表挨拶

加藤 昌子

北海道大学大学院理学研究院・教授
(領域代表・A01 班班長)



水晶やダイヤモンドのように、結晶は硬くて安定な物質というのが一般的なイメージです。しかし、最近その常識をくつがえすような興味深い結晶が相次いで見出されています。本領域ではそれらを「ソフトクリスタル」と呼びます。「ソフトクリスタル」は、蒸気にさらす、こするなどの「マクロで弱い刺激」によってミクロな構造が室温付近で容易に変化するという特徴を持っています。また、ソフトクリスタルでは、そのようなミクロな構造変化を発光現象や光学特性などの「目に見える物性」として捉えことができます。本新学術領域では、このような高秩序で柔軟な応答系である「ソフトクリスタル」を集中的に研究し、その学理の解明と未踏材料開発に基づく新機能の創出を目指します。この目的のために、分野融合型の研究組織を立ち上げました。化学分野、理論計算分野、数物分野、工学分野の研究者が密に連携・協力して研究を推進することで、「ソフトクリスタル」という新しい学術分野を開拓します。また、「ソフトクリスタル」を生かした新機能の創出により、将来のイノベーションにつながる成果を引き出します。

研究項目 A01 では、金属間相互作用や有機分子間相互作用、水素結合等を巧みに織り込むことにより、構成分子形態を制御して様々な刺激に応答するソフトクリスタルを創製します。A02 では、空隙を含めたソフトクリスタルの生成機構を理解するとともに、それらの構造開拓を中心に行います。A03 では、精密な測定手段を用いてソフトクリスタルの物性解明を行います。また、様々な機能性材料との複合化や関連する応用研究分野と融合することで、ソフトクリスタルの新たな機能開拓にも挑戦します。

■ 領域概要

本領域の目的

本研究領域では、蒸気にさらす、擦る、回すなどの極めて弱いマクロな刺激に応答して、発光や光学特性などの「目に見える」性質が変化する新奇物質群、「ソフトクリスタル」の学理の確立と、これに基づく全く新しい機能性素材の開拓を目的とします。「ソフトクリスタル」は、規則正しい結晶構造・周期構造を持つ安定な構造体でありながら、特定の弱い刺激で容易に構造変換や相転移を起こすことが特徴です（図1）。高秩序で柔軟な応答系である「ソフトクリスタル」の形成条件や相転移現象の解明は、分子科学技術における最も挑戦的課題の一つとも言え、この学理を打ち立てることで、従来型の結晶やソフトマターを超えた機能性材料を提供しうる新領域を創成することができると思います。

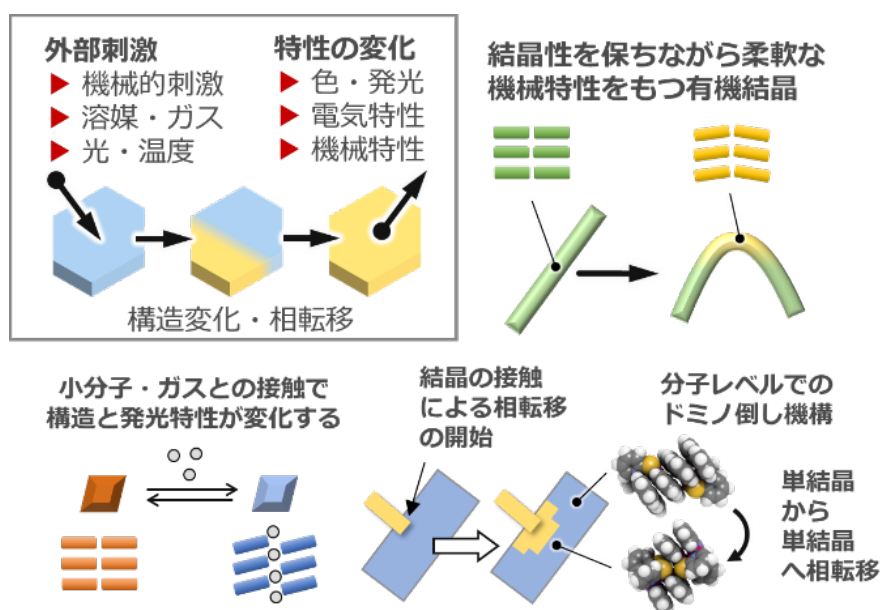


図1. ソフトクリスタルの特長と例

本領域の内容

上記の目的を効果的に達成するために、次の三つの研究項目を立てて研究を推進します。

研究項目 A01 ソフトクリスタルの形態開拓

研究項目 A02 ソフトクリスタルの構造開拓

研究項目 A03 ソフトクリスタルの物性・機能開拓

研究項目 A01 では、金属間相互作用や有機分子間相互作用、水素結合等を巧みに織り込むことにより、構成分子の形態を制御して様々な刺激に応答するソフトクリスタルの創製を行います。A02 では、空隙を含めたソフトクリスタルの生成機構を理解するとともに、それらの構造開拓を中心に研究を推進します。A03 では、精密な測定手段を用いてソフトクリスタルの物性解明を行

います。また、様々な機能性材料との複合化や、関連する応用研究分野との融合により、ソフトクリスタルの新たな機能開拓にも挑戦します。項目を超えた共同研究を通してソフトクリスタルの学理確立と機能導出に取り組みます。

期待される成果と意義

近年、マクロで弱い刺激に鋭敏に応答して、発光や光学特性が変化する物質群が相次いで見だされていますが、それらはセレンディピティやスクリーニングに頼っているのが現状です。複雑な相互作用を有する分子性結晶の形成条件や相転移現象の解明には様々な要因を総合的に考慮する必要があります。本領域において、物質創製、構造制御、物性解明、理論的アプローチ、機能導出の研究が連携してスパイラルアップすることにより、ソフトクリスタルの学理を世界に先駆けて確立できると考えられます。従来複雑と考えられてきた物質／現象の学理解明や設計原理の確立により、未踏機能材料開発への展開が期待できます。また、柔軟かつ高秩序な物質系というソフトクリスタルの特長を生かせば、これまでにない低刺激応答性材料や機能性材料の開発も期待できます（図2）。

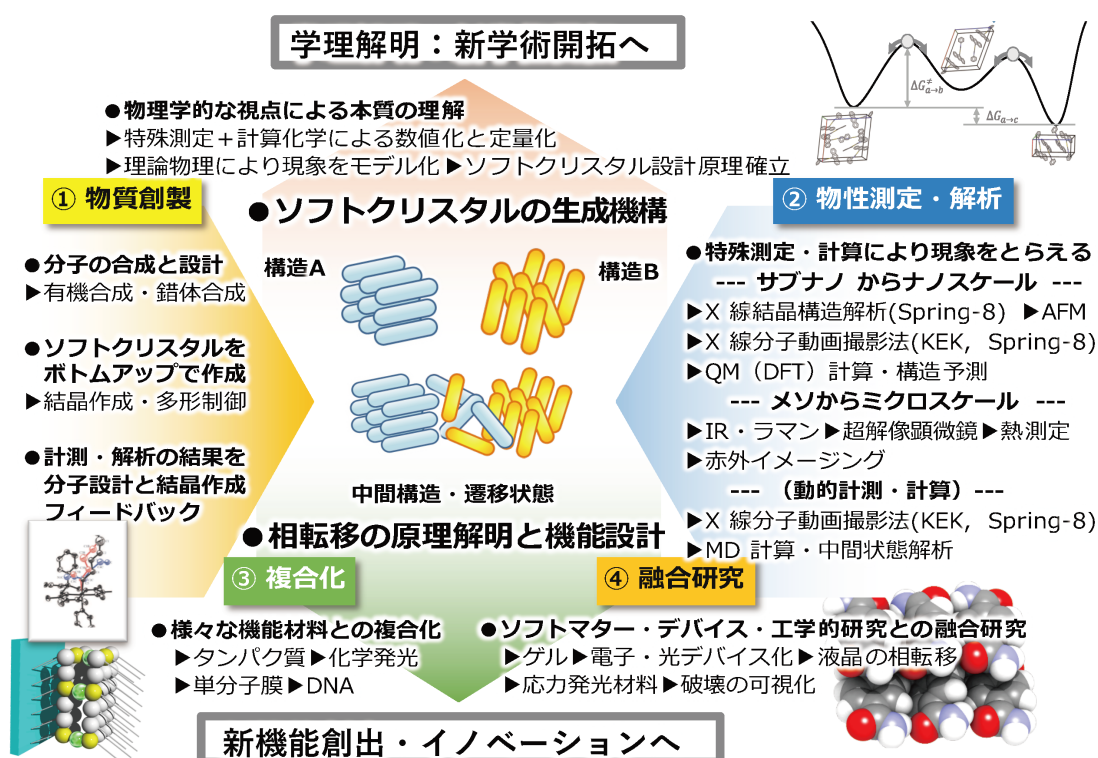


図2. 研究基本戦略と期待される成果のまとめ



研究組織

総括班

研究代表者

加藤 昌子	北海道大学 大学院理学研究院 教授	研究統括
-------	-------------------	------

連携研究者

石井 和之	東京大学 生産技術研究所 教授	事務局、領域の 運営補佐
伊藤 肇	北海道大学 大学院工学研究院 教授	企画、広報
長谷川 美貴	青山学院大学 理工学部 教授	企画、広報
高見澤 聡	横浜市立大学 大学院生命ナノシステム科学研究科 教授	企画、広報
山野井 慶徳	東京大学 大学院理学系研究科 准教授	企画、広報
平野 誉	電気通信大学 大学院情報理工学研究科 教授	企画、広報
佐藤 文菜	自治医科大学 医学部 助教	企画、広報
後藤 仁志	豊橋技術科学大学 大学院工学研究院 准教授	研究支援活動
龔 劍萍	北海道大学 大学院先端生命科学研究院 教授	研究支援活動
小林 範久	千葉大学 大学院工学研究院 教授	研究支援活動
長谷川 靖哉	北海道大学 大学院工学研究院 教授	企画、広報
池田 浩	大阪府立大学 大学院工学研究科 教授	研究支援活動
大越 慎一	東京大学 大学院理学系研究科 教授	研究支援活動
植草 秀裕	東京工業大学 理学院 准教授	企画、広報
徐 超男	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 総括研究主幹	研究支援活動
森川 淳子	東京工業大学 物質理工学院 教授	企画、広報
尾崎 雅則	大阪大学 大学院工学研究科 教授	研究支援活動

総括班評価グループ

(国内)

井上 晴夫	首都大学東京 都市環境科学研究科 特任教授
北川 進	京都大学 高等研究院物質-細胞統合システム研究拠点 拠点長・特別教授
西原 寛	東京大学 大学院理学系研究科 教授
徳丸 克己	筑波大学 名誉教授
橋本 和仁	物質・材料研究機構 理事長

(国際)

Peter C. Ford	University of California, Santa Barbara, USA Professor of Chemistry
Mir Wais Hosseini	Department of Chemistry, University of Strasbourg, France Professor
Vivian W. W. Yam	Department of Chemistry, The University of Hong Kong, China Professor



国際活動支援班

研究代表者

加藤 昌子	北海道大学 大学院理学研究院 教授	研究統括
-------	-------------------	------

連携研究者

石井 和之	東京大学 生産技術研究所 教授	事務局
伊藤 肇	北海道大学 大学院工学研究院 教授	企画、広報
長谷川 美貴	青山学院大学 理工学部 教授	国際活動支援
高見澤 聡	横浜市立大学 大学院生命ナノシステム科学研究科 教授	国際活動支援
山野井 慶徳	東京大学 大学院理学系研究科 准教授	国際活動支援
平野 誉	電気通信大学 大学院情報理工学研究科 教授	企画、広報
佐藤 文菜	自治医科大学 医学部 助教	国際活動支援
後藤 仁志	豊橋技術科学大学 大学院工学研究院 准教授	国際活動支援
龔 劍萍	北海道大学 大学院先端生命科学研究院 教授	国際活動支援
小林 範久	千葉大学 大学院工学研究院 教授	国際活動支援
植草 秀裕	東京工業大学 理学院 准教授	企画、広報
徐 超男	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 総括研究主幹	国際活動支援
森川 淳子	東京工業大学 物質理工学院 教授	国際活動支援
尾崎 雅則	大阪大学 大学院工学研究科 教授	国際活動支援

A01 班

A01-01 「発光性スマートソフトクリスタルの環境応答制御と機能化」

研究組織

研究代表者 加藤 昌子（北大院理・教授）錯体化学、光化学、構造化学
研究分担者 務台 俊樹（東大生産研・助教）有機結晶化学
研究分担者 塩塚 理仁（名工大院工・准教授）錯体・超分子化学
連携研究者 小林 厚志（北大院理・准教授）錯体化学
連携研究者 吉田 将己（北大院理・助教）錯体化学
連携研究者 W. M. C. Sameera（北大国際・助教）量子化学計算

A01-02 「ソフトクリスタルの熱機械的評価手法ならびに制御手法の開拓」

研究組織

研究代表者 高見澤 聡（横市大院生命ナノ・教授）有機超弾性

A01-03 「ケイ素－ケイ素結合の特性を利用した外部応答性ソフトクリスタルの開発」

研究組織

研究代表者 山野井 慶徳（東大院理・准教授）有機元素化学、ナノ科学



A02 班

A02-01 「ドミノ型相転移ソフトクリスタルの機構解明と新機能創成」

研究組織

研究代表者 伊藤 肇 (北大院工・教授) 有機化学、光化学、有機結晶

研究分担者 石山 竜生 (北大院工・准教授) 有機合成化学、有機金属化学、有機高分子材料

研究分担者 関 朋宏 (北大院工・助教) 錯体化学、有機材料化学、X線結晶構造解析

A02-02 「ソフトクリスタル化学発光系の創製と刺激応答機能の時空間制御」

研究組織

研究代表者 平野 誉 (電通大院情報理工・教授) 光化学、物理有機化学

研究分担者 末延 知義 (阪大院工・助教) 分光計測、触媒化学

A02-03 「X線分子動画撮影法を用いたソフトクリスタルにおける外場応答過程の観測」

研究組織

研究代表者 佐藤 文菜 (自治医大医・助教) 動的構造生物学

研究分担者 福本 恵紀 (高エネ機構・特任助教) 光電子物性

連携研究者 足立 伸一 (高エネ機構・教授) 放射光科学

連携研究者 野澤 俊介 (高エネ機構・准教授) 放射光科学

連携研究者 一柳 光平 (高エネ機構・特任准教授) 動的圧力科学

連携研究者 深谷 亮 (高エネ機構・特任助教) 超高速動的科学

A02-04 「金属錯体の結晶ポテンシャルの開発と多形転移現象のメカニズム解析」

研究組織

研究代表者 後藤 仁志 (豊橋技科大院工・准教授) 計算化学

研究協力者 中山 尚史 (コンプレックス(株)・主任研究員) 理論化学

研究協力者 小畑 繁昭 (コンプレックス(株)・研究員) 計算結晶学



A03 班

A03-01 「ソフトクリスタル準安定状態創製技術の開発と相転移現象の解明」

研究組織

研究代表者 石井 和之（東大生産研・教授）光化学、錯体化学、スピン化学
研究分担者 宮武 智弘（龍谷大理工・教授）生物有機化学
研究分担者 恩田 健（九大院理・教授）物理化学
研究分担者 高江 恭平（東大生産研・助教）相転移のダイナミクス
連携研究者 田中 肇（東大生産研・教授）液体・ソフトマターの物理
連携研究者 大越 慎一（東大院理・教授）物性化学、磁気化学、光化学、錯体化学
連携研究者 岩本 敏（東大生産研・准教授）ナノオプトエレクトロニクス
連携研究者 村田 慧（東大生産研・助教）錯体化学、有機化学、光化学、計算化学

A03-02 「ソフトクリスタルの界面制御による光物性開拓」

研究組織

研究代表者 長谷川 美貴（青山学院大理工・教授）錯体の光化学・機能解析
研究分担者 山中 正道（静岡大院理・准教授）有機化学、超分子化学
研究分担者 徐 超男（（国研）産総研・総括研究主幹）応力発光・機能材料
連携研究者 石井 あゆみ（青山学院大理工・助教）錯体化学、ナノ粒子

A03-03 「ソフトフォトリッククリスタルの創製」

研究組織

研究代表者 龔 劍萍（北大院先端生命・教授）ソフトマター、ハイドロゲル、高分子科学
研究分担者 黒川 孝幸（北大院先端生命・教授）ソフトマター、ハイドロゲル、高分子科学
研究分担者 野々山 貴行（北大院先端生命・特任助教）ハイドロゲル、バイオセラミックス

A03-04 「らせん生体高分子組織化ソフトクリスタルの創製と革新的光・電子機能素子開発」

研究組織

研究代表者 小林 範久（千葉大院工・教授）DNA 等組織集積化、電気化学、光電機能
研究分担者 中村 一希（千葉大院工・准教授）光化学、光機能材料



■ 開催報告

第1回公開シンポジウム (キックオフシンポジウム)

本領域発足にあたり、第1回公開シンポジウムを青山学院大学青山キャンパスに於いて開催いたしました。本領域研究者を含め参加者143名と、当初予想をはるかに上回る参加者数のもと幕を開けました。加藤昌子領域代表による主旨説明の後、A01～A03の班長から各班の構成と役割について説明がありました。これに対し、参加者からは多くの質問や意見が寄せられ、本領域への関心の高さが伺えました。ソフトクリスタル研究の意義と本領域のミッションについての活発な議論を通して本領域への理解が一層深まりました。また、本領域評価グループの井上晴夫先生、徳丸克己先生、西原寛先生にご臨席賜り、本領域への大いなる期待と将来展望について、豊富な経験に基づいた貴重なご意見ご助言を頂き、まさにキックオフにふさわしいシンポジウムとなりました。その後「ソフトクリスタル講演会」と題して本領域研究者による最新の研究トピックスについて紹介がありました。まず、A02班伊藤肇氏からは、本領域立ち上げのきっかけとなったソフトクリスタル新現象発見の秘話や結晶相転移研究における新展開が述べられました。A01班高見澤聡氏からは超弾性が導く様々な機能と応用展開の可能性が述べられ、超弾性が決して特別なものではなくソフトクリスタルは潜在的にその普遍性を含み得るという認識をあらためて持つことができました。最後にA03班田中肇氏のご講演では、結晶の秩序性とは何か？から始まり、結晶相が出現するタイミングやその支配因子を計算科学的に導かれ、どの教科書にも書かれていない目から鱗の新常識に対して会場からは専門の垣根を超えた建設的な質問や意見が相次ぎました。

また、当日は班員による領域会議ならびに意見交換会を開催しました。本領域研究の進め方、特に共同研究の実施等の重要事項について、班員間で議論する絶好の機会となり、ソフトクリスタルの学理を探究し、新領域の創成に挑戦することを誓い合いました。

最後にA03班長谷川美貴氏の研究室の皆様には会場準備から運営に至る全てを取り仕切っていただきました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

・プログラム

ソフトクリスタル：高秩序で柔軟な応答系の学理と光機能

第1回公開シンポジウム (キックオフシンポジウム)

日時：2017年9月25日(月) 14:00～17:30

会場：青山学院大学青山キャンパス 総研ビル12階大会議室

14:00～14:20	領域説明 領域代表 加藤 昌子 (北大院理)
14:20～14:40	A01班「ソフトクリスタルの形態開拓」 加藤 昌子 (北大院理)
14:40～15:00	A02班「ソフトクリスタルの構造開拓」 伊藤 肇 (北大院工)
15:00～15:20	A03班「ソフトクリスタルの物性・機能開拓」 石井 和之 (東大生産研)
15:20～15:50	質疑
15:50～16:00	休憩

—ソフトクリスタル講演会—

- 16:00 ～ 16:20 「ソフトクリスタルの結晶相転移をデザインする方法」
伊藤 肇（北大院工）
- 16:20 ～ 16:40 「ソフトクリスタルにおける超弾性の潜在性と可能性」
高見澤 聡（横浜市大院生命ナノ）
- 16:40 ～ 17:10 「結晶と秩序：剛体球結晶から機能性結晶まで」
田中 肇（東大生産研）
- 17:10 ～ おわりに



領域会議の開催



満員のシンポジウム会場



領域説明と A01 班説明（加藤昌子氏 領域代表・A01 班長）



A02 班説明（伊藤 肇氏 A02 班長）



A03 班説明（石井和之氏 A03 班長）



ご講評の様子（徳丸克己先生 評価グループ）



ご講評の様子（井上晴夫先生 西原 寛先生 評価グループ）



講演の様子（田中 肇氏 A03 班員）



講演の様子（高見澤 聡氏 A01 班員）



シンポジウムでのディスカッションの様子

以上
文責 宮武智弘（A03 班員）



■ 公募研究募集概要

本新学術領域で対象とする新奇現象は、結晶構造に影響を与えるとはこれまで考えられてこなかったマクロな低刺激が、nm オーダーの分子集合構造に変化を与えることを、光により観測するものであるため、既存の学問分野の枠に収まらず、理工系における化学分野と総合理工分野・工学分野・複合領域分野（総合系）との融合が必要不可欠です。特にその学理解明には、無機化学（金属錯体化学・有機金属化学・超分子錯体・結晶構造）と有機化学（構造有機化学・物理有機化学・有機光化学）が連携した合目的分子合成、物理化学（分子分光・電子状態）、分析化学（X線分光）や生化学分野で発展した蛍光顕微鏡技術等による物性測定とともに、計算科学（結晶構造予測）やソフトマターの理論物理（相転移現象）との連携により、その学理を解明する必要があります。また、機能物性化学、材料・ナノ材料化学、ナノ構造化学・物理がカバーするゲル、高分子、液晶、ナノ粒子、ナノ結晶材料、ナノ構造物性、分子素子、自己組織化、生体材料等の科学技術と融合することにより、多様な材料開発が可能となり、応用物性、材料・ナノ材料工学、電子電気材料工学、画像科学、光工学等との連携による機能開拓により、飛躍的な発展が可能になると考えています。

A01～A03 班の各計画研究ではカバーしきれない分野からの独創的・挑戦的な研究を、24 件程度ずつ公募します。独自の専門性を有し、本領域の加速度的促進に資する研究提案を期待しており、特に計画研究を含む領域内の共同研究に理解がある研究提案を採択する予定です。我が国の将来を担う若手研究者・女性研究者の独創的・挑戦的な研究提案を期待します。

研究項目 応募上限額（単年度）

A01：ソフトクリスタルの形態開拓	250 万円
A02：ソフトクリスタルの構造開拓	250 万円
A03：ソフトクリスタルの物性・機能開拓	250 万円

採択目安総数 24 件程度

URL: http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/



錯体化学会第 67 回討論会学生講演賞

平成 29 年 9 月 29 日受賞

尾形周平 (D2, 青山学院大理工)

2Ba-02 Stabilized lanthanide fluorophore for wide pH range

(Aoyama Gakuin Univ.) Shuhei Ogata, Yushi Ishiyone, Ayumi Ishii (A03 班), Miki Hasegawa (A03 班)

錯体化学会 第 67 回討論会 (札幌市、北海道大学 札幌キャンパス) 平成 29 年 9 月 17 日

錯体化学会第 67 回討論会学生講演賞

平成 29 年 9 月 29 日受賞

Mingoo Jin (陳 旻究) (D2, 北大院工)

2Fa-01 Mechano-Responsive Luminescence of Gold(I)- Isocyanide Complex Based on Crystal-to-Crystal Phase Transition between Chiral and Non-Chiral Space Groups

(Hokkaido Univ.) Mingoo Jin, Tomohiro Seki (A02 班), Hajime Ito (A02 班)

錯体化学会 第 67 回討論会 (札幌市、北海道大学 札幌キャンパス) 平成 29 年 9 月 17 日

2017 年光化学討論会優秀学生発表賞 (口頭)

平成 29 年 9 月 5 日受賞

Mingoo Jin (陳 旻究) (D2, 北大院工)

1D03 Phosphorescence Control via Molecular Rotation in Solid Phase

(北大院工フロンティア化学セ・UCLA) 陳 旻究, Tim S. Chung, 関 朋宏 (A02 班), 伊藤 肇 (A02 班), Miguel A. Garcia-Garibay

2017 年光化学討論会 (仙台市、東北大学 青葉山キャンパス) 平成 29 年 9 月 4 日

錯体化学若手の会夏の学校 2017 優秀ポスター賞

平成 29 年 8 月 1 日受賞

若杉宙泳 (M1, 北大院理)

P-008 ビフェニルジアニオンとその誘導体を配位子にもつ新規 Pt(II) 錯体の合成法の開発と光物性

(北大院理) 若杉宙泳, 吉田将己 (A01 班), 小林厚志 (A01 班), 加藤昌子 (領域代表, A01 班)

錯体化学若手の会夏の学校 2017 (愛知県蒲郡市、西浦温泉ホテルたつき) 平成 29 年 7 月 31 日



■ ロゴマークについて



新学術領域研究

ソフトクリスタル
高秩序で柔軟な応答系の学理と光機能



新学術領域研究

ソフトクリスタル
高秩序で柔軟な応答系の学理と光機能

結晶が様々な色（相）に変化している点、固さをイメージした上部と柔らかさをイメージした下部との対比をモチーフに作成しました。

可能性を秘めた宝石

【形成されつつある新分野としての結晶】【物性の変化】【柔らかさ】【輝き】

を表しています。

新学術領域「ソフトクリスタル」ニュースレター

第1号 平成29年10月4日発行

発行責任者：加藤昌子（北海道大学大学院理学研究院）

編集責任者：石井和之（東京大学生産技術研究所）

<https://www.softcrystal.org/>

Copyright©2017 Soft Crystal. All Rights Reserved.