

記 録

文書番号	S C J 第 25 期-050831-25541000-087
委員会等名	日本学術会議化学委員会・物理学委員会合同 結晶学分科会 日本学術会議化学委員会 IUCr 分科会
標題	「持続可能な発展のための国際基礎科学年（IYBSSD）」 関連公開シンポジウム開催記録
作成日	令和5年（2023年）8月31日

※ 本資料は、日本学術会議会則第二条に定める意思の表出ではない。掲載されたデータ等には、確認を要するものが含まれる可能性がある。

この記録は、日本学術会議化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会、化学委員会 IUCr 分科会が開催した「持続可能な発展のための国際基礎科学年（IYBSSD）」に関する公開シンポジウムについて取りまとめ、記録として公表するものである。

日本学術会議化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会

委員長	菅原 洋子	(連携会員)	北里大学名誉教授
副委員長	西野 吉則	(連携会員)	北海道大学電子科学研究所教授
幹事	阿久津典子	(連携会員)	大阪電気通信大学工学部環境科学科教授
幹事	上村みどり	(連携会員)	特定非営利活動法人情報計算化学学生物学会CBI 研究機構量子構造生命科学研究所所長
	秋山 修志	(連携会員)	大学共同利用機関法人自然科学研究機構分子 科学研究所教授
	井上 豪	(連携会員)	大阪大学大学院薬学研究科教授
	奥部 真樹	(連携会員)	Faraday Factory Japan 合同会社主幹研究員、 東京工業大学科学技術創成研究院フロンティア 材料研究所特任准教授
	片岡 幹雄	(連携会員)	奈良先端科学技術大学院大学名誉教授
	栗原 和枝	(連携会員)	東北大学未来科学技術共同研究センター教授
	黒田 玲子	(連携会員)	中部大学先端研究センター特任教授、東京大 学名誉教授
	小島 優子	(連携会員)	三菱ケミカル株式会社分析物性研究所主幹研 究員
	小林 昭子	(連携会員)	日本大学文理学部上席研究員、東京大学名誉 教授
	佐々木 園	(第三部会員)	京都工芸繊維大学繊維学系教授
	菅原 正	(連携会員)	東京大学名誉教授
	高田 昌樹	(連携会員)	東北大学多元物質科学研究所国際放射光イノ ベーション・スマート研究センター教授
	高原 淳	(連携会員)	九州大学特任教授
	富安 亮子	(連携会員)	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 教授
	難波 啓一	(連携会員)	大阪大学大学院生命機能研究科特任教授
	野田 岳志	(連携会員)	京都大学医生物学研究所教授
	森吉千佳子	(連携会員)	広島大学大学院先進理工系科学研究科教授
	山下 敦子	(連携会員)	岡山大学学術研究院医歯薬学域教授

日本学術会議化学委員会 IUCr 分科会

委員長	高田 昌樹	(連携会員)	東北大学多元物質科学研究所国際放射光イノベーション・スマート研究センター教授
副委員長	井上 豪	(連携会員)	大阪大学大学院薬学研究科教授
幹事	菅原 洋子	(連携会員)	北里大学名誉教授
幹事	森吉千佳子	(連携会員)	広島大学大学院先進理工系科学研究科教授
	阿久津典子	(連携会員)	大阪電気通信大学工学部環境科学科教授
	奥部 真樹	(連携会員)	Faraday Factory Japan 合同会社主幹研究員、東京工業大学科学技術創成研究院フロンティア材料研究所特任准教授
	片岡 幹雄	(連携会員)	奈良先端科学技術大学院大学名誉教授
	上村みどり	(連携会員)	特定非営利活動法人情報計量化学生物学会CBI研究機構量子構造生命科学研究所所長
	栗原 和枝	(連携会員)	東北大学未来科学技術共同研究センター教授
	黒田 玲子	(連携会員)	中部大学先端研究センター特任教授、東京大学名誉教授
	高原 淳	(連携会員)	九州大学特任教授
	富安 亮子	(連携会員)	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所教授
	難波 啓一	(連携会員)	大阪大学大学院生命機能研究科特任教授
	西野 吉則	(連携会員)	北海道大学電子科学研究所教授

本記録の作成にあたり、以下の職員が事務を担当した。

事務	佐々木 亨	参事官 (審議第二担当)
	柳原 情子	参事官 (審議第二担当) 付参事官補佐

目 次

1. はじめに	1
2. 開催シンポジウムの概要	2
(1) 公開シンポジウム「SDGs と結晶学」	2
(2) 公開WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」	3
3 総括	5
4. 化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会、化学委員会 IUCr 分科会審議経緯	9
<参考文献>	11
<参考資料1>公開シンポジウム「結晶学&SDGs」ポスター	12
<参考資料2>公開シンポジウム「結晶学&SDGs」講演要旨集	13
<参考資料3>公開WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」ポ スター	18
<参考資料4>公開WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」リ ーフレット (A4 版 4 頁)	19
<参考資料5>公開WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」講 演要旨集	20
<参考資料6>公開WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」ア ンケート結果	29
<参考資料7>公開WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」総 合討論参加高校生への感謝状	33

1 はじめに

国連総会において、2022年6月30日から1年間を「持続可能な発展のための国際基礎科学年:The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development (IYBSSD)」とすることが、2021年12月2日に決議されました[1]。これを受けて、日本学術会議においても、「持続可能な発展のための国際基礎科学年 (IYBSSD) 連絡会議」が発足しました[2]。

「持続可能な開発目標 (SDGs)」の達成には、政治的もしくは経済的な取組が不可欠な課題及び基礎科学分野で積み上げてきた知識や技術を抜きにしては、問題解決・改善が図れない課題があります。これを受けて、結晶学分科会と IUCr 分科会は、IYBSSD の期間に2回のシンポジウムを企画しました。

2022年11月に、日本結晶学会が年1回開催する学会(年会)に合わせて公開シンポジウム「SDGsと結晶学」を対面開催しました(一般社団法人日本結晶学会との共催; 2(1)、<参考資料1>参照)[3]。日本結晶学会年会では、物理・鉱物、化学、生命の三分野の各々でシンポジウムを行うのが通例ですが、今回は年会の参加者が一堂に会する合同公開シンポジウムの形とし、三分野からの1名ずつの講演者により最先端の研究成果の報告が行われました。参加者にとり、基礎科学の一分野である結晶学の立場・視点からSDGsについての分野横断的な理解と認識を深め、人類の未来のためにどのような貢献ができるのかを考える機会となりました(<参考資料2>参照)。

次に、2023年5月に、一般社団法人日本結晶学会及び日本結晶成長学会との共催で公開WEBシンポジウム「基礎科学が導くSDGs達成への道～結晶&生命&技術革新～」を開催しました(2(2)、<参考資料3>参照)[4]。はじめに、国連「10人委員会」メンバーを2018年から2020年まで務めた中村道治氏が[5]、SDGs達成に向けたこれまでの取組から得た教訓をもとに、科学技術に求められることを俯瞰的に考える内容の講演を行ないました。これに続き基礎科学の知見と技術の連携がもたらす最新の研究成果について、生命科学分野2件と物理・化学分野2件の講演が行われました(<参考資料5>参照)。科学研究の対象及び手段は多岐にわたりますが、材料科学や生命科学の発展は、様々な物質の「結晶」に注目した基礎研究に支えられています。今回紹介した研究の多くは、この発展の過程で蓄積した知見及び開拓された技術の成果であり、SDGs達成へ向けた推進力となっています。次の世代を担う若者が、基礎科学という土台の広がり、その上に現在展開されている取組を知り、さらに、今後の展開のために必要とされる視点について考えるよい機会となることを趣旨として、総合討論には全国の6校のご協力を得て、20名の高校生に参加してもらいました(2(2)「総合討論」参照)。

本記録は、2件のシンポジウムの概要を記録するとともに、その評価を行うものです。

2 開催シンポジウムの概要

(1) 公開シンポジウム「SDGs と結晶学」

主催：日本学術会議化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会

日本学術会議化学委員会 IUCr 分科会

共催：一般社団法人日本結晶学会

後援：関西学院大学

開催日時：令和4年（2022年）11月27日（日）11:00～13:00

開催場所：関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス B号館

（兵庫県西宮市上ヶ原一番町1-155）

開催趣旨：2022年が持続可能な発展のための国際基礎科学年（The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development (IYBSSD)、2022年6月30日～2023年6月30日）となったことを受けて、IYBSSD協賛学協会である日本結晶学会の年1回開催される学術的会合（年会）において、「SDGs と結晶学」のテーマでシンポジウムを開催します。日本結晶学会年会では、物理・鉱物、化学、生命の三分野の各々でシンポジウムを行うのが通例ですが、今回は年会の参加者が一堂に会する合同シンポジウムの形を取り、物理・鉱物分野、化学分野、生物分野より1名ずつ講演者を迎えて最先端の研究成果をご報告いただきます。基礎科学の一分野である結晶学の立場・視点からSDGsについての理解と認識を深め、どのような貢献が可能なのか等について私たち自身が考えを巡らす良い機会とすることを趣旨とします。

参加人数：128名

[内訳] 講演者及び関係者 8名、一般参加者 120名

プログラム（*日本学術会議連携会員）

11:00-11:10 趣旨説明「SDGs と結晶学」

上村 みどり*（特定非営利活動法人情報計算法学生物学会 CBI 研究機構量子構造生命科学研究所所長）

11:10-11:40 講演「結晶化促進分子を用いる金属酵素の On-Site Microcrystallization」

荘司 長三（名古屋大学大学院理学研究科教授）

座長：上村 みどり*（CBI 研究機構量子構造生命科学研究所所長）

11:40-11:55 休憩

11:55-12:25 講演「無機層状結晶の特徴を活かした水分解光触媒系の構築」

前田 和彦（東京工業大学理学院教授）

座長：小島 優子*（三菱ケミカル株式会社分析物性研究所主幹研究員）

12:25-12:55 講演「ガラスの相転移の研究と SDGs？」

船守 展正（大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光実験施設長）

座長：高橋 功（関西学院大学理学部教授、一般社団法人日本結晶学会年会プログラム委員会委員長）

12:55-13:00 閉会の辞

高橋 功（関西学院大学理学部教授、一般社団法人日本結晶学会年会プログラム委員会委員長）

(2) 公開 WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」

主催：日本学術会議化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会
日本学術会議化学委員会 IUCr 分科会

共催：一般社団法人日本結晶学会、日本結晶成長学会、日本中性子科学会、

後援：情報計算化学生物学会（CBI 学会）、公益社団法人日本化学会、

一般社団法人日本物理学会、日本放射光学会、公益社団法人日本薬学会

開催日時：令和 5 年 5 月 27 日（土） 13 時 00 分～16 時 50 分

開催場所：オンライン開催

開催趣旨：「持続可能な発展のための国際基礎科学年（IYBSSD）」にあたり、本シンポジウムを開催します。SDGs 達成に向けたこれまでの取組から得た教訓をもとに、2030 年とその先に向けて科学技術に求められることを俯瞰的に考える講演に続き、生命科学分野と物理・化学分野の基礎科学の知見と技術の連携がもたらす最新の研究成果を紹介します。様々な物質の「結晶」を基に物質科学の基礎研究が生まれ、材料化学や生命科学へと発展しました。今回紹介する研究の多くは、この発展の過程で蓄積した知見や、開拓された技術の成果であり、SDGs 達成へ向けた推進力となっています。次の世代の方に、基礎科学という土台の広がりとその上に展開されている取組を知り、今後さらに必要とされる視点について考える機会となることを本シンポジウムの趣旨とします。

参加人数：162 名

[内訳] 講演者・座長等：12 名、組織委員（Zoom 担当）：3 名

その他の参加者：147 名（総合討論参加高校生 20 名を含む）

プログラム（*日本学術会議連携会員）

13:00-13:05 開会の辞

中川 敦史（一般社団法人日本結晶学会会長、大阪大学蛋白質研究所教授）

13:05-13:10 趣旨説明

菅原 洋子*（北里大学名誉教授）

座長：上村 みどり*（特定非営利活動法人情報計算化学生物学会 CBI
研究機構量子構造生命科学研究所所長）

13:10-13:40 講演「SDGs が科学技術に求めること」

中村 道治（国連「10 人委員会」メンバー（2018-2020）、中性子産業利用
推進協議会副会長、国立研究開発法人科学技術振興機構名誉
理事長）

座長：山下 敦子*（岡山大学大学院教授）

13:40-14:10 講演「エボラウイルスの細胞内増殖機構の解明」

野田 岳志（日本学術会議連携会員、京都大学医生物学研究所教授）

14:10-14:40 講演「クライオ電子顕微鏡による CO₂ 資源化酵素の構造解析と電子移動メ
カニズムの解明」

宮田 知子（大阪大学大学院生命機能研究科特任准教授）

14:40-14:50 休憩

座長：阿久津 典子*（大阪電気通信大学教授）

14:50-15:20 講演「バイオ高分子素材が切り拓く SDGs」

沼田 圭司（京都大学大学院工学研究科材料化学専攻教授）

15:20-15:50 講演「化合物半導体結晶はいかに紡ぎ出されるのかー超高真空中と細菌からーそしてその応用展開」

富永 依里子*（日本学術会議若手アカデミー会員、広島大学大学院先進理工系科学研究科准教授）

15:50-16:35 総合討論

進行：黒田 玲子*（中部大学先端研究センター特任教授）

コメント：高田 昌樹*（東北大学多元物質科学研究所国際放射光イノベーション・スマート研究センター教授）

参加校

札幌市立札幌開成中等教育学校

鷗友学園女子中学高等学校

奈良女子大学附属中等教育学校

大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎

広島市立広島中等教育学校

福岡県立修猷館高等学校

16:35-16:40 閉会の辞

上村 みどり*（CBI 研究機構量子構造生命科学研究所所長）

3 総括

「持続可能な開発目標 (SDGs)」[6]を達成することの重要性は世界の人々に広く認識されていますが、「1. はじめに」でも触れたように、その達成には、政治的もしくは経済的な取組が不可欠な課題と、基礎科学分野で積み上げてきた知識や技術抜きでは、問題解決・改善が図れない課題とがあります。基礎研究の重要性は、既に、これまでにノーベル賞を受賞した研究者から指摘されています[7]。「持続可能な発展のための国際基礎科学年：The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development (IYBSSD)」は、基礎科学の広がりの上に応用科学が展開されていることに対する社会の理解の浸透を図る上で、非常にタイムリーな機会といえます。結晶学分科会と IUCr 分科会の担当学術分野である結晶学は、物質の構造情報を確定する科学技術であり、物理学、化学、生物学、薬学、医学等多くの分野の研究展開に必要不可欠です。しかし、残念ながらこのことは、一般社会には、あまり知られていません。以上の背景のもとに、IYBSSD にかかわる 2 回のシンポジウムを企画しました。

第 1 回目の公開シンポジウム「SDGs と結晶学」は、日本結晶学会が年 1 回開催する学術的会合 (年会) の会期に合わせて、日本結晶学会年会実行委員会との連携のもとに、関西学院大学で対面開催しました (2 (1)、<参考資料 1 >参照)。参加者は、結晶学分野の研究者及び大学院生が中心でした。シンポジウムでは、分野横断的に物理学、化学、生物学にかかわる最先端研究及びその SDGs とのかかわりについての講演が行われました (<参考資料 2 >参照)。日本学術会議「持続可能な発展のための国際基礎科学年 (IYBSSD) 連絡会議」WG メンバーである上村みどり氏 (CBI 研究機構量子構造生命科学研究所所長) の趣旨説明に続き、3 件の講演が行われました。生物学・化学領域にかかわる講演として、荘司長三氏 (名古屋大学院理学研究科教授) が天然酵素を合成化学に用いることを目指した研究の成果を紹介しました。同氏は、「擬似基質」(デコイ分子) を用いた酵素の活性化機構について、X 線自由電子レーザー (XFEL) を用いた研究を展開しています。また、材料分野では、前田和彦氏 (東京工業大学理学院教授) が、無機層状結晶の特性を活かした色素増感型水分解光触媒開発の取組を紹介しました。一方、物理分野では、船守展正氏 (高エネルギー加速器研究機構放射光実験施設長) が、地球深部の探索を念頭において超高压下実験に立脚して明らかにしてきた圧力誘起相転移について紹介しました。研究の成果は地震・火山活動等の解明に貢献しています。これらの講演は、結晶学とエネルギー問題 (SDG 7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに)、技術革新 (SDG 9 産業と技術革新の基盤を作ろう)、災害 (SDG 11 住み続けられるまちづくりを) 等のかかわりを示すものであり、技術革新世代の研究を担う大学院生、及び若手研究者に対して、結晶学が果たす役割の広がりについて考えてもらう好機となりました。

一方、第 2 回目にあたるシンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」では、科学の最先端の成果を紹介し、その SDGs とのかかわりを話題にするという意図は共通ですが、一般市民、特に次の世代を担う高校生を対象とすることを意識して WEB 開催にしました。また、講演内容とともに、講演者の年齢構成、ジェンダーバランスに配慮して企画を行いました (2 (2)、<参考資料 3 >参照)。公開シンポジウムに高校生を招いて発言の機会を設ける企画は、コロナ禍で一時停滞したものの、近年、文系理系を問わず、

学術会議のシンポジウムにおいても着実に増えてきています（参考文献[8]、[9]他）。シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」では、全国6校のご協力を得て、総合討論に、パネリストとして高校生20名に参加してもらいました。なお、一般参加者も含めた参加高校生数は26名でした。

以下に、より広範囲の参加者を対象とし、事後アンケート（回収率49%）（＜参考資料6＞参照）により参加者の種々の意見を取集することができた第2回目のシンポジウムに焦点を当てて、その概要とこれに対する評価を記載します。

シンポジウムの参加申し込み者の年齢構成とアンケート回答者の所属構成を図1に示します（設問の関係で、参加申し込み者の所属構成のデータが得られなかったため、アンケート回答者の所属構成を示します）。世代分布が広く、また、大学・研究所からの参加者が32%、企業からの参加が30%となる等、企画の意図がある程度達成できたといえます。参加申込者における女性比率は26%でした。シンポジウムの事後アンケートの詳細は付録6に掲載しましたが、「大変参考になった」が71%、「ある程度参考になった」が28%と高い総合評価を得ました。

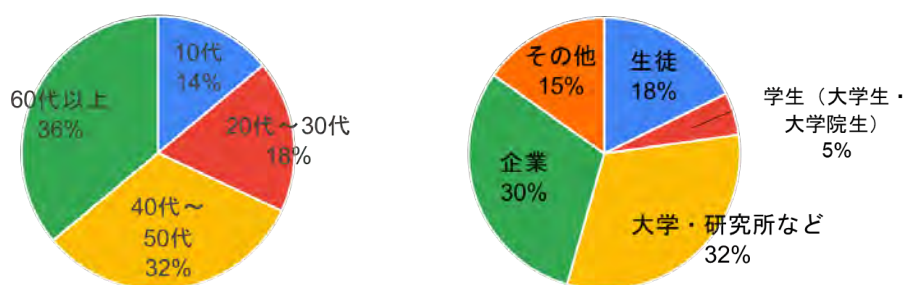


図1 参加申し込み者の年齢構成（左）及びアンケート回答者の所属構成（右）
（出典）分科会にて作成

シンポジウムでは、講演に先立って「開会の挨拶」（中川敦史日本結晶学会会長・大阪大学蛋白質研究所教授）、及び「趣旨説明」（菅原洋子シンポジウム組織委員会委員長・北里大学名誉教授）において、結晶学の発展が科学において果たしてきた役割を紹介しました。これに引き続き、国連の10人委員会メンバーを務めた中村道治氏（中性子産業利用推進協議会副会長（現会長）・国立研究開発法人科学技術振興機構名誉理事長）[5]が「SDGsが科学技術に求めること」というタイトルで講演を行い、SDGs達成へ向けた取組の現状と推進体制を紹介するとともに、50年先のSDGsに寄与する技術をもたらすために必要な基礎研究を現在進める、即ち、「未来を起点に現在なすべきことを考える」ことの必要性を示しました。引き続き、第一線で活躍している生命系2名、材料系2名の研究者の講演が行われました（＜参考資料5＞参照）。生命系の2講演では、最新の科学技術であるクライオ電子顕微鏡が紹介されました。野田岳志氏（京都大学医生物学研究所教授）は、クライオ電子顕微鏡他の技術を用いて、エボラウイルス等におけるヌクレオカプシド形成の研究を進めており、この研究が、医薬品開発へとつながっていることを示しました（SDG3 すべての人に健康と福祉を）。

また、宮田知子氏（大阪大学大学院生命機能研究科特任准教授）は、クライオ電子顕微鏡を生かして、高効率で働く分子機械であるべん毛モーターの作動原理の研究や、CO₂削減等につながるギ酸脱水素酵素の反応機能の解析をすすめていることを紹介しました（SDG7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに、SDG13 気候変動に具体的な対策を）。一方、材料系の2講演は、ともに生命科学とかかわる研究内容で、沼田圭司氏（京都大学大学院工学研究科教授）は講演で、クモの糸に学んだバイオ高分子合成の研究の進展と、紅色光合成細菌のCO₂固定、窒素固定能を生かしたバイオ高分子合成への取り組みを紹介しました（SDG7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに、SDG14 海の豊かさを守ろう）。また、富永依里子氏（広島大学大学院先進理工系科学研究科准教授）は、Bi系半導体開発への取組とともに、このような新技術の開発が省電力化につながることで、また、バイオミネラルイゼーションを利用した資源循環型の半導体合成への取り組みをすすめていることを紹介しました（SDG7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに、SDG14 海の豊かさを守ろう、SDG9 産業と技術革新の基盤をつくろう）。

SDGsを話題とするシンポジウムには次世代との意見交換が望ましいという意図から、前述したように高校生の総合討論への参加を企画しました（進行役：黒田玲子氏（中部大学先端研究センター特任教授））。高校生を対象とするリーフレットを作成するとともに（＜参考資料4＞参照）、講演内容や講演資料について、講演者に、高校生への配慮をお願いしました。参加高校生全員の意見を聞くには総合討論だけでは時間が不足したため、シンポジウム終了後に引き続き高校生との意見交換会を行って、全参加高校生に発言の時間を用意して、多様な本シンポジウムへの参加動機等を聴きました。本シンポジウムにおいて、あらかじめ企画されていた総合討論への参加のみならず、各講演に対して高校生から積極的に多くの質問がなされたことは瞠目に値しました。なお、事後アンケート（＜参考資料6＞参照）では、高校生から「もっと質問時間が欲しかった」とのコメントが複数ありました。自由な発想に基づく質問とともに、各講演者が時間の関係で省略した箇所への質問等があり高校生の理解度の高さが示されました。講演者に、あらかじめ配慮をお願いしたとはいえ、専門性のある講演内容のすべてを高校生が理解できたわけではないでしょう。しかし、積極的な質問がなされたことは、高校生の知的好奇心を十分に育む内容であったといえます。また、高校生にとり、授業には出てこない最新技術のクライオ電子顕微鏡に対する関心は極めて高かったようで、複数の質問が出ました。本企画は、高校生にとって良い刺激となったと評価できます。これと関連して、アンケートにおいて、「高校生から『電子顕微鏡を見たい』という声が多かったので、研究施設の一般公開や教育枠での利用等の情報を広く知らせることができると良い」という指摘があり、対応を考えるべき課題といえます。なお、総合討論に参加した高校生に感謝状を出し、今回のシンポジウムへ参加したことが書面の形で手元に残るように配慮しました（＜参考資料7＞参照）。

高校生以外の参加者からのアンケートにおいて（＜参考資料6＞参照）、「高校生の積極的な参加」についてのコメントが多くあり、一般参加者も好ましい印象を受けたようです。「高校生に難しすぎなかったか」とのコメントも複数ありましたが、このようなシンポジウムに参加する意欲のある高校生にとっては、すべての内容を理解できたわけではないが得るとこ

ろは大きく、心配にはあたらなかったといえます。この他に、アンケートの回答にはよかった点として、「各講演がわかりやすかった」、「最先端の研究内容を聴くことができた」、「幅広い分野のつながりに触れることができた」等のコメントが複数ありました。講演者に高校生への配慮をお願いしたことが、一般参加者のより深い理解を促進する上でも有効であったと推察されます。一方、問題点として「SDGs とのかかわりが見えにくかった」等のコメントが少数ありました。各講演者は、研究が SDGs のどの課題にどのように直接関係するのかについて言及していましたが、一般の方に理解していただく上では、より明確な提示が必要とされたのかもしれませんが、また、それ以前の問題として、一般の方の SDGs に対する理解[10]をより深めることが、基礎研究のすべてが SDGs の 17 の課題に密接にかかわっていることの理解を進める上で、必要と思われれます。

日本学術会議の役割には、「市民の豊かな科学的素養と文化的感性の熟成に寄与するとともに、科学の最先端を開拓するための研究活動の促進と、蓄積された成果の利用と普及を任務とし、それを継承する次世代の研究者の育成および女性研究者の参画を促進する。」ことがあります（「日本学術議憲章」第4項）[11]。既にふれたように、本シンポジウムでは、この役割を意識した企画を行いました。アンケートの回答には、「日本学術会議についてはなかなか世間一般には知られていないので、このような形で一般公開されることはいろいろな意味で有意義だと思われる」、「基礎研究の重要性も良く伝わったと思う、このような内容の研究を広めることが大切だ」、「今後も日本学術会議は国民に対し、科学の情報を継続して発信しつづけるべきである」等のコメントがあり、企画の意図はある程度、実現できたと評価できます。

今後、このような企画を継続的に行っていくこと、また、今回のように若い世代を巻き込んでいくことは、若手人材の育成に繋がり、将来に向けて結晶学の、より広くは科学の理解と発展、そして SDGs の実現に寄与する活動としての意義があると考えられます。

4 化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会、化学委員会 IUCr 分科会審議経緯

令和3年度（2021年度）

6月12日 化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会（第25期・第4回）、化学委員会 IUCr 分科会（第25期・第6回）合同分科会（遠隔会議）

○「持続可能な発展のための国際基礎科学年 IYBSSD2022」（IYBSSD）の企画が進んでおり、国際結晶学連合がその支援団体になっていること[12]、日本学術会議として連絡会議の設立に向けた準備がなされていることを受けて意見交換を行い、分科会として連絡会議に参加すること、また、広義の結晶学とSDGsは様々な形でかかわっていることを再認識し、若い人、さらに一般の人へ基礎科学の果たしている役割を伝える機会として、IYBSSD2022とリンクしたシンポジウムを企画する方向で、協議を進めることを確認した。

12月24日 化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会（第25期・第5回）、化学委員会 IUCr 分科会（第25期・第6回）合同分科会（ハイブリッド会議）

○「持続可能な発展のための国際基礎科学年 IYBSSD2022」（IYBSSD）の連絡会議が発足し、4つのWG（運営、広報、産業界連携、学術フォーラム企画）が設置されたことを受けて、結晶学及びIUCr分科会からは、広報WGに高原委員、学術フォーラム企画WGに井上委員、上村委員を推薦したことが報告された。

○分科会として、2022年5月に開催予定の分科会で関連シンポジウムの企画等の活動を進めることを決定した。

令和4年度（2022年度）

5月28日 化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会（第25期・第6回）、化学委員会 IUCr 分科会（第25期・第6回）合同分科会（遠隔会議）

○「持続可能な発展のための国際基礎科学年 IYBSSD2022」（IYBSSD）の連絡会議報告として、キックオフとなるフォーラムが7月29日に開催される予定であり、結晶学関連としては藤田誠氏（東京大学）、田中啓二氏（東京都医学総合研究所）の講演が予定されていること、IYBSSDのイメージビデオが作成される予定で、結晶学分科会からは次世代放射光施設の資料が提供されていることが報告された。

○日本結晶学会年会（期間2022年11月26日-27日、開催地 関西学院大学）においてIYBSSD2022協賛シンポジウムが計画されており、結晶学分科会・IUCr分科会が共催することが了承された。また、IYBSSD2022は2023年6月まで続くので、11月以降にWEBシンポジウムを分科会として企画することを決定した。

12月27日 化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会（第25期・第7回）、化学委員会 IUCr 分科会（第25期・第7回）合同分科会（遠隔会議）

○持続可能な発展のための国際基礎科学年（IYBSSD2022）に関する連絡会議の活動について上村連絡会議委員より以下の報告があった。

・2022年7月29日学術フォーラム「国際基礎科学年～持続可能な世界のために」、2022年10月21日公開シンポジウム「持続可能な未来をつくる意思決定の仕組み」（サイ

エンスアゴラ 2022 オンライン) [13]、2022 年 11 月 5 日公開シンポジウム「私たちの地球はどんな惑星かー科学を混ぜて地球を探る」(サイエンスアゴラ出典企画) [14] が開催された。

○日本結晶学会・日本学術会議結晶学分科会・同 IUCr 分科会主催として、2022 年 11 月 27 日に関西学院大学にて対面開催された公開シンポジウム「SDGs と結晶学」について、参加者数は、主催者側 8 名 (含講演者)、一般 (含日本結晶学会会員) 120 名であったこと等が報告された。

○分科会として企画するシンポジウム原案が菅原委員長より提案され、趣旨、開催日、タイトル、プログラム、総合討論の進め方等について意見交換の後、公開 WEB シンポジウム (案)「(仮タイトル) 基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」(開催日第 1 候補 5 月 27 日 (土)) が承認された。

2 月 22 日 第 399 回幹事会

○公開 WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」を令和 5 年 5 月 27 日 (土) に日本学術会議化学委員会、化学委員会・物理学委員合同結晶学分科会、化学委員会 IUCr 分科会、主催により開催することが承認された。

令和 5 年度 (2023 年度)

7 月 18 日 化学委員会・物理学委員合同結晶学分科会 (第 25 期・第 8 回)、化学委員会 IUCr 分科会 (第 25 期・第 8 回) 合同分科会 (遠隔会議)


○分科会活動として IYBSSD にあたり開催した 2 回の公開シンポジウムの「記録 (案)」について意見交換を行い、文言上の微修正は委員長に一任する形で「記録 (案)」が承認された。

<参考文献>

- [1] United Nations Resolution adopted by the General Assembly on 2 December 2021. 76/14. International Year of Basic Sciences for Sustainable Development, 2022.
https://www.iybssd2022.org/wp-content/uploads/A_RES_76_14_E.pdf
- [2] 日本学術会議「持続可能な発展のための国際基礎科学年 2022」(IYBSSD2022) 連絡会議
<https://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/iybssd/index.html>
- [3] 日本学術会議・日本結晶学会合同シンポジウム「SDGs と結晶学」2022年11月27日開催
<https://www.scj.go.jp/ja/event/2022/330-s-1127.html>
<https://crsj.jp/activity/annualMeetings/nenkai2022/symposium.html>
- [4] 日本学術会議公開シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」2023年5月27日開催
<https://www.scj.go.jp/ja/event/2023/339-s-0527.html>
<https://crsj.jp/news/2023/230411websymposium.html>
- [5] 外務省報道発表 中村科学技術振興機構顧問の国連「10人委員会」メンバーへの選出
https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4_005963.html
- [6] United Nations Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. 70/1. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.
https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf
- [7] 令和元年度版科学技術白書第1章「新たな知を発見する基礎研究」
https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa201901/detail/1418111.htm
- [8] 日本学術会議学術フォーラム「国際基礎科学年～持続可能な世界のために」2022年7月29日開催
<https://www.scj.go.jp/ja/event/2022/325-s-0729.html>
- [9] 日本学術会議公開シンポジウム「人類学者と語る人間の「ちがい」と差別」2022年11月19日開催
<https://www.scj.go.jp/ja/event/2022/331-s-1119.html>
- [10] 日本ユニセフ協会 「SDGs って何だろう？」
<https://www.unicef.or.jp/kodomo/sdgs/about/>
- [11] 日本学術会議、声明「日本学術会議憲章」、2008年4月8日。
<https://www.scj.go.jp/ja/scj/charter.pdf>
- [12] IYBSSD leadership <https://www.iybssd2022.org/en/home/>
- [13] 日本学術会議公開シンポジウム「持続可能な未来をつくる意思決定の仕組み」2022年10月21日開催
<https://www.scj.go.jp/ja/event/2022/331-s-1021.html>
- [14] 日本学術会議公開シンポジウム「私たちの地球はどんな惑星かー科学を混ぜて地球を探る」2022年11月5日開催
<https://www.scj.go.jp/ja/event/2022/331-s-1105.html>

<参考資料1> 公開シンポジウム「結晶学&SDGs」ポスター

公開シンポジウム 「SDGsと結晶学」



■日時: 令和4年(2022年)11月27日(日) 11:00~13:00
■場所: 関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス B号館 【参加無料】
 (兵庫県西宮市上ヶ原一郡町1-155)

2022年が持続可能な発展のための国際基礎科学年(The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development (IYBSSD) 2022年 6月30日~2023年6月30日)となったことを受けて、日本結晶学会令和4年度年会において、「SDGsと結晶学」のテーマで公開シンポジウムを開催いたします。物理・鉱物、化学、生物の3分野より講演者をお迎えして最先端の研究成果をご報告いただけます。基礎科学の一分野である結晶学の立場・視点からSDGsについて分野横断的に理解と認識に深めて、人類の未来のためにどのような貢献ができるのかひとりひとりが考える好機とすることを趣旨とします。

■プログラム (*日本学術会議連携会員)

11:00 趣旨説明
上村 みどり* (情報計算化学生物学学会CBI研究機構量子構造生命科学研究所所長)

11:10 結晶化促進分子を用いる金属酵素のOn-Site Microcrystallisation
荏司 良三 (名古屋大学大学院理学研究科教授)
座長: 上村 みどり* (情報計算化学生物学学会CBI研究機構量子構造生命科学研究所所長)

(11:40-11:55 休憩)

11:55 無機層状結晶の特徴を活かした水分解光触媒系の構築
前田 和彦 (東京工業大学理学部教授)
座長: 小島 優子* (三菱ケミカル株式会社分析物性研究所主幹研究員)

12:25 ガラスの相転移の研究とSDGs?
船守 展正 (高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所放射光実験施設施設長)
座長: 高橋 功 (関西学院大学理学部教授)

12:55 閉会の辞
高橋 功 (日本結晶学会令和4年度年会プログラム委員長、関西学院大学理学部教授)

■参加方法: 事前申し込み不要
■お問い合わせ: 年会実行委員会 crsj2022query@mlkwansel.ac.jp
主催: 日本学術会議化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会、化学委員会IUCr分科会、一般社団法人日本結晶学会
後援: 関西学院大学



日本学術会議化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会、 化学委員会IUCr分科会、一般社団法人日本結晶学会 合同シンポジウム 「SDGsと結晶学」

日程: 2022年11月27日(日) 11:00~13:00
場所: 関西学院大学 西宮上ヶ原キャンパス B号館

今回の年会では2022年が持続可能な発展のための国際基礎科学年(IYBSSD)となったことを受けて、「SDGsと結晶学」のテーマでシンポジウムを開催いたします。今回は、物理・鉱物分野、化学分野、生物分野より1名ずつ講演者をお迎えして最先端の研究成果をご報告いただく予定です。基礎科学の一分野である結晶学の立場・視点からSDGsについての理解と認識を深め、どのような貢献が可能なかなどについて結晶学の研究者自身考え、また一般の参加者も交えて広く意見を交わす良い機会となることを期待しています。

■プログラム

11:00 趣旨説明 上村 みどり (CBI研究機構量子構造生命科学研究所)

11:10 結晶化促進分子を用いる金属酵素のOn-Site Microcrystallisation
荏司 良三 (名古屋大学大学院理学研究科)
座長: 上村 みどり (CBI研究機構量子構造生命科学研究所)

(11:40-11:50 休憩)

11:55 無機層状結晶の特徴を活かした水分解光触媒系の構築
前田 和彦 (東京工業大学理学部)
座長: 小島 優子* (三菱ケミカル株式会社分析物性研究所)

12:25 ガラスの相転移の研究とSDGs?
船守 展正 (高エネルギー加速器研究機構)
座長: 高橋 功 (関西学院大学理学部)

12:55 閉会の辞
高橋 功 (関西学院大学理学部)

■参加方法: 事前申し込み不要
■お問い合わせ: 2022年度日本結晶学会年会実行委員会 crsj2022query@kwansel.ac.jp
■後援: 関西学院大学

SDGsシンポジウムは、「SDGsと結晶学」をテーマに、日本学術会議化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会、化学委員会IUCr分科会、一般社団法人日本結晶学会の共催で開催されます。



<https://crsj.jp/activity/annualMeetings/nenkai2022/>

＜参考資料 2＞公開シンポジウム「結晶学&SDGs」講演要旨集

日本結晶学会
日本学術会議 化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会、
IUCr 分科会 共催

シンポジウム「SDGs と結晶学」

11月27日(土) 11:00～13:00 (講演会場 C)

日本結晶学会
日本学術会議 化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会、IUCr 分科会
共催

シンポジウム「SDGs と結晶学」趣旨説明

2022 年が国連総会において昨年 12 月 2 日持続可能な発展のための国際基礎科学年 (The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development (IYBSSD) 2022 年 6 月 30 日～2023 年 6 月 30 日) と決議されましたのを受けて、日本学術会議より日本学術会議協力学術研究団体に対して下記の協力の依頼がありました。

本国際基礎科学年は、人類にとって高い価値をもつ基礎科学に対する世界的な認識を高め、教育を強化することが、持続可能な発展を達成し、世界中の人々の生活の質を向上させるために不可欠であるとの認識の下、国連総会が全ての加盟国、国連の組織、その他の世界的、地域的、小地域的な組織、及び学界、市民社会、特に国際的及び国内的な非政府組織、個人、民間部門を含むその他の関係者に対し、各国の優先事項に従って、持続可能な発展のための基礎科学の重要性を認識し、それを一層高めるよう呼びかけるものです。「持続可能な発展のための国際基礎科学年 2022 (IYBSSD 2022) 連絡会議」を新たに設置するとともに、関係学協会の皆様と協力して、本国際基礎科学年に係る国内の取組みを展開していきたいと考えております。つきましては、各協力学術研究団体におかれましても、本国際基礎科学年の趣旨を踏まえ、シンポジウムやイベントの開催等を企画していただくとともに、本国際基礎科学年に対する支援のメッセージを積極的に発信していただければ幸いです。

この要請にこたえる形で、IYBSSD 協賛学協会である日本結晶学会の年会において、「SDGs と結晶学」のテーマでシンポジウムを開催することといたしました。

日本結晶学会年会では、物理・鉱物、化学、生命の三分野の各々でシンポジウムを行うのが通例ですが、今回は年会の参加者が一堂に会する合同シンポジウムのかたちで、物理・鉱物分野、化学分野、生物分野より 1 名ずつ講演者をお迎えして最先端の研究成果をご報告いただくことといたしました。基礎科学の一分野である結晶学の立場・視点から SDGs についての各分野横断的に理解と認識に深め、人類の未来のためにどのような貢献ができるのか皆様ひとりひとりが考える好機となりますことを心より期待いたします。

日本学術会議連携会員
CBI 研究機構量子構造生命科学研究所所長
上村みどり

シンポジウム

結晶化促進分子を用いる金属酵素のOn-Site Microcrystallisation

荘司 長三
(名古屋大学・院理)

シトクロム P450BM3(P450BM3)は、巨大菌由来の長鎖脂肪酸水酸化酵素であり、パルミチン酸やアラキドン酸などの長鎖脂肪酸のアルキル鎖末端部分を水酸化する。P450BM3 は、長鎖脂肪酸が適切な位置に取り込まれた場合にのみ酸化活性種を生成するように設計されており、長鎖脂肪酸と構造が大きく異なる有機分子では、P450BM3 のスイッチは「ON」の状態とはならない仕掛けで反応が制御されているため、長鎖脂肪酸以外の基質の水酸化はほとんど進行しない。我々は、P450BM3 に取り込ませることで酸化活性種を生成させることができる「擬基質 (デコイ分子) を開発し、これまでにガス状アルカンやベンゼンなどの小分子アルカン類の水酸化に成功している。デコイ分子を用いる反応では、反応活性がデコイ分子の構造によって大きく変化する。これまでに、千を超えるデコイ分子を合成し、反応の高活性化を行ってきた。高活性デコイ分子の開発の過程で、反応活性はそれほど高くはないが、結晶化が異常に早く進むデコイ分子の開発に成功した。松脂の成分であるアビエチン酸のカルボキシル基をトリプトファンで修飾したデコイ分子 (右下) を P450BM3 に取り込ませた場合には、結晶が 2 時間程度で得られ、結晶の質も非常によく分解能 1.22 Å で構

造解析が可能であった。P450BM3 の基質結合部位の大部分が嵩高いアビエチン酸部位によって占有されることで、P450BM3 の構造が安定化したために、結晶化が著しく早くなったと考えている。得られた結晶を細かく砕いて結晶化のシードを作成し、結晶化を試みたところ、シードと蛋白質溶液の混合の順番を一般的な手法とは逆にすると、微小結晶が 5 分以内に沈殿として得られる。微小結晶は X 線自由電子レーザー (XFEL) の測定に十分な質であることを確認した。結晶化促進デコイ分子を用いる手法は、これまでに結晶化ができなかった、もしくは、結晶化できたとしても低分解能であった場合の結晶化にも効果的であった。さらに、ヒスチジンタグなどの蛋白質精製で用いるアフィニティータグを除去することなしに結晶化が可能であることも確認している。P450BM3 のヘムをマンガンやモリブデン (図 1) を有する合成金属錯体に置換したヘム置換体についても、高分解能結晶構造解析が可能となり、鉄以外の中心金属を有する人工 P450BM3 の活性部位の可視化が可能となった。

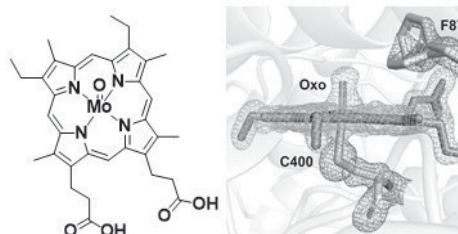
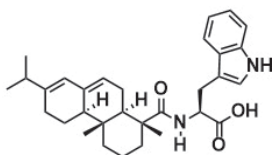


図 1 金属置換 P450BM3 の活性部位

シンポジウム

無機層状結晶の特徴を活かした水分解光触媒系の構築

前田 和彦

(東工大・理)

SrTiO₃などの金属酸化物は、紫外光照射下で非常に高い効率で水を水素と酸素に分解する光触媒となる。しかし金属酸化物光触媒の多くはバンドギャップが 3 eV と大きく、太陽光に数%程度含まれる紫外光しか利用できない。光触媒による水分解でより効率的な太陽光エネルギー変換を実現するためには、太陽光の約 50%を占める可視光の利用が必須となる。

このような金属酸化物光触媒の欠点を補うため、金属酸化物と色素分子を組み合わせた光触媒系が提案されている。Figure 1 に示すように、可視光照射により色素分子が励起状態となると、近接する金属酸化物の伝導帯に電子を注入する。金属酸化物に注入された電子は、Pt ナノ粒子などの触媒活性点上でプロトン還元反応に消費される。一電子を失って酸化状態となった色素は、系中の還元剤から電子を受け取って基底状態へと戻る。この一連の過程は色素増感型太陽電池のアノードにおける電子移動反応と類似することから、こうした酸化物と色素の複合光触媒は色素増感型光触媒と呼ばれる。

水から水素を生成する色素増感型光触媒には数十年の研究の蓄積があり、適当な還元剤（例えばエチレンジアミン四酢酸塩）を用いて色素分子、半導体を適切に組み合わせれば、数十%の高い量子収率で可視光による水素生成が可能となっている。しかし、これらは不可逆的に消費される還元剤を“犠牲”にする光触媒

系であり、光エネルギー変換系ではない。光エネルギー変換系 ($\Delta G^\circ > 0$) とするには、比較的弱い、可逆な還元剤を用いる必要があるが、同時に起こりうる逆反応を防がねばならない。例えば、I-を還元剤とすることで生じる酸化体 I₃⁻は酸化物の伝導帯電子によって再還元され、正反応であるプロトン還元を妨害する。

層状化合物の層を剥離することで得られるナノシートは一枚一枚が単結晶でありかつ高比表面積を有することから、半導体中の電子移動や色素の吸着において有利であると考えられ、色素増感型光触媒の半導体部位として魅力的である。本講演では、酸化物ナノシートを用いた色素増感型水分解光触媒の開発に関する我々の最近の取り組みを紹介する。

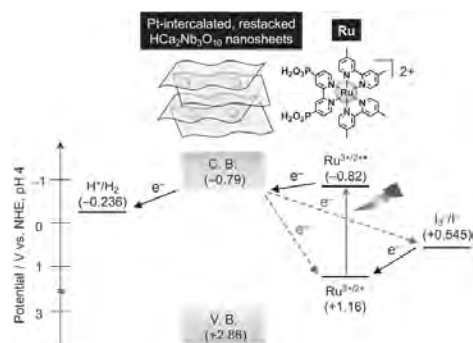


Figure 1. Schematic electron-transfer mechanism and energy level diagram of the Ru/Pt/HCa₂Nb₃O₁₀ nanosheets for H₂ evolution. C.B.: conduction band, V.B.: valence band.

シンポジウム

ガラスの相転移の研究と SDGs ?

船守 展正

(高エネルギー加速器研究機構・放射光実験施設)

発表者は、30 年ほど前に、高圧地球物理学を専門とする研究室に入ってキャリアをスタートさせた。地球深部は直接探査が不可能な未踏の領域であり、実験結果を完全に検証することも不可能である。その意味で Goal を設定することの困難な分野であるが、高温高圧発生とその場測定に関する実験技術の Development が重要な分野でもある。地球の深部と表層は密接に関連しており、全地球を 1 つのシステムと考えるならば、表層における地震・火山活動や地球進化などの研究への貢献を通じて、間接的にはあるが、Sustainable な未来社会の実現にも貢献する分野とも言える。例えば、20 代の頃に手掛けた「偏差応力下における結晶格子歪」に関する開発的な研究の成果は、現在もマントル流動や深発地震の研究に広く活用されている。

日本結晶学会のシンポジウムでの発表を機に、改めて SDGs について考えてみると、多様性と独創性が重要な学術の精神と SDGs の精神には共通する部分が多いと気づかされる。キャリアをスタートさせて最初の 10 年は、マントル鉱物の状態方程式の測定や新高圧相の探索など、結晶を対象とした研究のみであったが、その後は、液体とガラスを対象とした研究が主となっている。非結晶の振る舞いがとても面白く感じたこと、感じ続けていること、そして、非結晶を対象とする研究者人口が適正であって腰を据えた研究

ができていてと感じていること、これらが結晶から非結晶に転向して長期継続している理由である。非結晶を知ることは、類似点と相違点に関する分析を通じて、より深く結晶を知ることに繋がる。SDGs においては、社会的少数者への理解は社会全体の利益、ということになるのだと思う。

地球深部のマグマのアナログ物質として研究の対象に選んだ SiO_2 ガラスであるが、現在では、この物質の振る舞いそのものが研究の対象となっている。圧力誘起相転移に伴う密度変化と構造変化、塑性流動、巨大残留歪、ヘリウムの大量溶解、相転移中間状態などについての研究を実施してきた。2012 年に関西学院大学で開催された日本物理学会に招待されて、「高圧下小角 X 線散乱の技術を開発して相転移中の SiO_2 ガラスの不均質性を観たい」と発表したことが思い出される。試行錯誤の結果、2018 年に論文となった。その結果を踏まえて、ガラスの相転移ダイナミクスをモデル化する研究も実施した。

実験技術の開発や研究領域の拡大は、過剰な競争を回避して、新規の研究協力を誕生させる。10 年ぶりに関西学院大学を訪れる折角の機会なので、「高圧下軟 X 線吸収分光の技術を開発して Si 吸収端近傍での測定により SiO_2 ガラスの中の Si の状態の変化を観たい」として発表の結びとしたい。

<参考資料3> 公開 WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」ポスター



2022
2023
IYBSSD
International Year
of Basic Sciences
for Sustainable Development

日本学術会議 公開WEBシンポジウム

「基礎科学が導くSDGs達成への道 ～結晶&生命&技術革新～」

2023/5/27 (土)

13:00～16:40

Web開催

■ 開催形式：オンライン
■ 参加登録：(参加料無料)
*どなたでもご参加いただけます。
*事前参加登録をお願いします。
<https://forms.gle/AD1wG3GXUbFM8qze6>
(受付締め切り 5月20日(土))



国連総会において、2022年6月30日から1年間を、「持続可能な発展のための国際基礎科学年：The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development (IYBSSD)」とすることが、2021年12月2日に決議されました。

「持続可能な開発目標 (SDGs)」の達成には、政治的もしくは経済的な取り組みが不可欠な課題と、基礎科学分野で積み上げてきた知識や技術抜きでは、問題解決・改善が図れない課題があります。

本シンポジウムは、国連「10人委員会」メンバーを2018から2020まで務められた中村道治氏(科学技術振興機構顧問)による、これまでのSDGs解決に向けた取組から得た教訓をもとに、2030年とその先に向けて、科学技術に求められていることを広い視点から議論する講演「SDGsが科学技術に求めること」から始まります。

これに続き、生命科学分野と物理・化学分野の研究者が、基礎科学の知見と技術のコラボレーションがもたらす最新の研究成果を紹介します。

皆さんは塩や雪の「結晶」をご存じだと思います。塩や雪に限らず、様々な物質の「結晶」を作ることができ、「結晶」の中で、原子や分子がどのような形で存在しているかが、物質の性質を決めていることがわかり、これを調べる基礎研究は、物質科学、材料科学、生命科学へと発展しました。

今回紹介する研究の多くは、この発展の過程で蓄積した知見や、開拓された技術の成果であり、SDGs達成へ向けた推進力ともなっています。

次の世代の方に、基礎科学という土台の広がりや、今後の展開について新たな視点から眺めていただくことを本シンポジウムの趣旨とします。

■ プログラム (*日本学術会議連携会員)

13:00 開会挨拶 中川 敦史 | 日本結晶学会会長、大阪大学蛋白質研究所教授

13:05 趣旨説明 菅原 洋子* | 北里大学名誉教授
座長 上村みどり* | CBI研究機構 ■ 分子構造生命科学研究所所長

13:10 「SDGsが科学技術に求めること」
中村 道治 | 国連「10人委員会」メンバー(2018-2020)、中性子産業利用推進協議会副会長、国立研究開発法人科学技術振興機構名誉理事長
座長 山下敦子* | 岡山大学大学院・教授

13:40 「エボラウイルスの細胞内増殖機構の解明」
野田 岳志* | 京都大学医生物学研究所教授

14:10 「クライオ電子顕微鏡によるCO₂資源化酵素の構造解析と電子移動メカニズムの解明」
宮田 知子 | 大阪大学大学院生命機能研究科特任准教授

14:40 【休憩】
座長 阿久津典子* | 大阪電気通信大学教授

14:50 「バイオ高分子素材が切り拓くSDGs」
沼田 圭司 | 京都大学大学院工学研究科教授

15:20 「化合物半導体結晶はいかに紡ぎ出されるのか
—超真空空中と細管からと—そしてその応用展開」
雷永 依里子* | 日本学術会議若手アカデミー会員、広島大学大学院先進理工系科学研究科准教授

15:50 総合討論
進行：黒田 玲子* | 中部大学先端研究センター特任教授
コメント：高田 昌樹* | 東北大学多元物質科学研究所国際放射光イノベーション・スマート研究センター教授

16:35 閉会の辞 佐々木 園 | 日本学術会議第三部会員、京都工芸繊維大学教授

主 催：日本学術会議 化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会、化学委員会IUCr分科会
共 催：日本結晶学会、日本結晶成長学会
後 援：情報計算化学生物学会(CBI学会)、日本化学会、日本中性子科学会、日本物理学会、日本放射光学会、日本薬学会


■ お問い合わせ：cryst.SCJ@gmail.com
(★を@に変えてください)

組織委員会 阿久津典子、井上慶(大阪大学大学院薬学研究科教授)、上村みどり、菅原洋子、高田昌樹、西野吉則(北海道大学電子科学研究所教授)、森古千佳子(広島大学大学院教授)



日本学術会議
SCIENCE COUNCIL OF JAPAN

＜参考資料4＞公開WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」リーフレット（A4版4ページ）



日本学術会議 公開WEBシンポジウム
**「基礎科学が導くSDGs達成への道
 ～結晶&生命&技術革新～」**

■開催形式：オンライン
 ■参加登録：（参加料無料）
 ＊どなたでもご参加いただけます。
 ＊事前参加登録をお願いします。
<https://forms.gle/AD1wG3GXUbfFM8kz6E>
 （受付締め切り 5月20日（土））

2023/5/27（土）
 13:00～16:40
 Web開催

2022年6月30日から1年間を「持続可能な発展のための国際基礎科学年：The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development (IYBSSD)」とすることが、2021年12月2日に開催された国連総会において決議されました。

「持続可能な開発目標（SDGs）」の達成には、政治的もしくは経済的な取り組みが不可欠な課題と、基礎科学分野で積み上げてきた知識や技術蓄積は、問題解決・改善が認められない課題があります。

本シンポジウムは、国連「10人委員会」メンバーを2018から2020まで務められた中村道治氏（科学技術振興機構名誉理事長）による、これまでのSDGs解決に向けた取組から得た教訓をもとに、2030年とそれ先に向けて、科学技術に求められていることを広い視点から議論する御講演から始まります。

これに続き、生命科学分野と物理・化学分野の研究者が、基礎科学の知見と技術のコラボレーションがもたらす最新の研究成果を紹介いたします。

皆さんは良塩や雷の「結晶」はご存じだと思います。塩や雷に限らず、様々な物質の「結晶」を作ることができ、「結晶」の中で、原子や分子がどのような形で存在しているか、物質の性質を決めていることがわかり、これを調べる基礎研究は、物質科学、材料科学、生命科学へと発展しました。

本シンポジウムでは、このような発展を遂げる間に蓄積した知見や、開拓された技術をご紹介します。そして、SDGs達成に向けた推進力となっていることをお伝えします。

次の世代のために、科学の土台の広がりを知り、今後の展開について新たな視点から眺めていただくことを本シンポジウムの趣旨とします。

主 催：日本学術会議 化学委員会・物理学委員会合同結晶学分会、化学委員会の心科学
 共 催：日本結晶学会、日本結晶成長学会
 協 賛：情報計算化学会（ICCS）、日本化学会、日本中性子科学会、日本物理学会、日本放射光学会、日本薬学会

■お問い合わせ先：crystal.SJ@ajym.ac.jp
 （★お申し込みください）

公開WEBシンポジウム
**「基礎科学が導くSDGs達成への道
 ～結晶&生命&技術革新～」**
 ■日時：2023/5/27（土）13:00～16:40

■プログラム（*日本学術会議連携学会）

13:00-13:05 開会挨拶 中川 敦史（日本結晶学会会長、大阪大学蛋白質研究所教授）
 13:05-13:10 趣旨説明 菅原 洋子*（北里大学名誉教授）
 座長 上村みどり*（CBi研究機構量子構造生命科学研究所所長）

13:10-13:40 「SDGsが科学技術に求めること」
 中村 道治（国連「10人委員会」メンバー（2018-2020）、中性子産業利用推進協議会副会長、国立研究開発法人科学技術振興機構名誉理事長）
 座長 山下敦子* | 岡山大学大学院、教授

13:40-14:10 「エボラウイルスの細胞内増殖機構の解明」
 野田 岳志*（京都大学医学部研究所教授）

14:10-14:40 「クライオ電子顕微鏡によるCO2資源化酵素の構造解析と電子移動メカニズムの解明」
 宮田 知子（大阪大学大学院生命機能科学研究科特任准教授）

14:40-14:50 休憩
 座長 岡久典子* | 大阪電気通信大学教授

14:50-15:20 「バイオ高分子素材が切り拓くSDGs」
 沼田 圭司（京都大学大学院工学研究科教授）

15:20-15:50 「化合物半導体結晶はいかに紡ぎ出されるのか—超高真空中と細菌からと—そしてその応用展開」
 富永 依里子*（日本学術会議 若手アカデミー会員、広島大学大学院先進理工系科学研究科准教授・大阪大学大学院工学研究科特任准教授）

15:50-16:35 総合討論
 進行：黒田 玲子*（中部大学先端研究センター特任教授）
 コメント：高田 昌樹*（東北大学多元物質科学研究所国際放射光イノベーション・スマート研究センター教授）

16:35-16:40 閉会の辞 佐々木 園（日本学術会議第三部会長、京都工芸繊維大学機能学系教授）

総合討論では、進行担当の黒田氏がご講演者、コメンテーター、参加者の意見交換を進めます。積極のご参加をお願いします。

「SDGsが科学技術に求めること」
 中村 道治 国連「10人委員会」メンバー（2018-2020）、中性子産業利用推進協議会副会長、国立研究開発法人科学技術振興機構名誉理事長

本シンポジウムでは、まず、国連「10人委員会」メンバーを2018から2020まで務められた中村 道治氏（科学技術振興機構名誉理事長）より、2030年とそれ先に向けて、科学技術に求められていることを広い視点から考える御講演をいただきます。中村氏は物理学のご出身で、長く日立製作所で研究開発や新事業の創生に携わっておられました。

【中村氏のメッセージ】
 「国連の2030アジェンダが折り返し点を迎える今年9月にはSDGsサミットが予定されているが、持続可能で誰一人取り残さない社会の実現への道は極めてチャレンジングである。COVID-19感染症やウクライナ紛争のような新たな障害への備えも必要である。科学技術は、ガバナンス、ファイナンス、個人および集団的な行動変容と共に、SDGs達成の重要な手段と考えられてきたが、これまでの取り組みから得た教訓をもとに、2030年とそれ先に向けて科学技術に求められていることを議論する。」

*国連「10人委員会」とは、持続可能な開発目標（SDGs）の達成に向けて、科学技術イノベーション（Science, Technology and Innovation, STI）の観点から助言などを行うことを目的に、国連事務総長により世界各国の市民社会や民間セクター、科学界から任命された10人の有識者により構成された委員会です。

Ebola Virus From Mal Blood Smear by National Institute of Allergy and Infectious Diseases

「エボラウイルスの細胞内増殖機構の解明」
 野田 岳志 京都大学医学部研究所教授
 野田氏は数医学部のご出身で、ウイルス学がご専門。インフルエンザウイルス、エボラウイルス・新型コロナウイルスなど、ヒトに高い病原性を示すウイルスの研究を進めています。

【野田氏のメッセージ】：
<https://www.infront.kyoto-u.ac.jp/laboratory/lab04/>
 『70sロンドン、世界を変えられたと思っていた。』これは僕が大学時代に好きだったベルベット・ゴールドマインという映画のポスターに書かれていた言葉です。2019年、世界はたった1種類のウイルスの出現で一変しました。しかし私たちウイルス研究者こそ、その世界を再び変えることができるはずです。次どのようなウイルスがパンデミックを起こすのかは誰にもわかりませんが、私たちがウイルス研究を大きく進展させることが、未来をより良く変えることにつながることを信じています。」

「クライオ電子顕微鏡によるCO2資源化酵素の構造解析と電子移動メカニズムの解明」
 宮田 知子 大阪大学大学院生命機能科学研究科特任准教授
 宮田氏は農学部のご出身です。タイトルにある「クライオ電子顕微鏡」（試料を液体窒素温度（-196℃）に冷却して使う電子顕微鏡）は近年目覚ましく発展した手法で、生命活動を原子レベルで解明するための強力な手法となっています。本手法が、温室効果ガスであるCO2削減の切り札として期待されているCO2資源化酵素の研究に、どのような知見を与えてくれたかをご紹介します。ペン毛と呼ばれる長い毛状の運動細胞管をもち、これを動かして運動をしている細菌がありますが、クライオ電子顕微鏡は、ペン毛を動かす機構（ペン毛モーター）の研究に大きな成果を挙げています。

【宮田氏のメッセージ】
 「私たちの体内には非常に多くの生体分子が存在し、それらが複雑に結合解離を繰り返しながら相互作用し、さまざまな機能を果たしていきます。これらのナノサイズの分子機械たちが働いている姿を直接観察してみたくありませんか？クライオ電子顕微鏡は生体状態の生体分子を直接観察することが可能な技術であり、生体高分子の構造情報は生命科学のみならず環境、医療創薬分野においても大きな進歩をもたらします。」


「バイオ高分子素材が切り拓くSDGs」
 沼田 圭司 京都大学大学院工学研究科教授
 沼田氏は高分子工学のご出身です。我々の身の回りに、プラスチックや化学繊維などであふれており、カーボンニュートラルや、環境汚染の観点から見直しが進められています。沼田氏は、生物由来のものづくりを意図した研究を進めています。例えば、シルクはタンパク質からできていますが、その研究を進め、クモの糸を模倣した人工シルクの開発を進めるなど、環境循環型材料の実用化を目指した研究を進めています。

【沼田氏のメッセージ】：
<https://www.iist.go.jp/erato/numata/index.html>
 「高分子化学で植物の可能性を広げる。」

「化合物半導体結晶はいかに紡ぎ出されるのか—超高真空中と細菌からと—そしてその応用展開」
 富永 依里子 日本学術会議 連携会員・若手アカデミー会員、広島大学大学院先進理工系科学研究科准教授・大阪大学大学院工学研究科特任准教授
 富永氏は電子情報工学のご出身です。物質には金属のような電気を流す伝導体と、紙やゴムのような絶縁体がありますが、半導体はその中間の性質を備えた物質で、色々な働きをもった半導体が開発され、身の周りの家電から、様々な電子機器や装置のコア部品として活用されています。

富永氏は、光学・テラヘルツ間帯パルス（振動数がテラヘルツ（ $= 10^{12}$ Hz = 10^{12} s⁻¹）の電磁波を発生検出するための素子）に適用可能な半導体結晶の探索に取り組みしています。そして、海洋光合成細菌を利用した半導体の合成という未知の技術開発にも挑戦しています。

【富永氏のメッセージ】：
<https://www.gender.go.jp/c-challenge/senpai/kouzaku/denkisuishin/O33.html>
 「この仕事の魅力は、やはり何と言っても、『世界の中で誰も見たことのない景色をみることができるといふ点です。』



<参考資料5>公開 WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」講演要旨集



公開 WEB シンポジウム
「基礎科学が導く SDGs 達成への道
～結晶&生命&技術革新～」

2023/5/27 (土) 13:00～16:40

オンライン開催

主 催：日本学術会議化学委員会・物理学委員会合同結晶学分科会，
化学委員会 IUCr 分科会

共 催：日本結晶学会，日本結晶成長学会

後 援：情報計算化学生物学会（CBI 学会），日本化学会，日本中性子科学
会，

日本物理学会，日本放射光学会，日本薬学会

公開 WEB シンポジウム

「基礎科学が導く SDGs 達成への道

～結晶&生命&技術革新～

趣旨説明

2022年6月30日から1年間を「持続可能な発展のための国際基礎科学年:The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development (IYBSSD)」とすることが、2021年12月2日に開催された国連総会において決議されました。

「持続可能な開発目標 (SDGs)」の達成には、政治的もしくは経済的な取り組みが不可欠な課題と、基礎科学分野で積み上げてきた知識や技術抜きでは、問題解決・改善が図れない課題があります。

本シンポジウムは、国連「10人委員会」メンバーを2018から2020まで務められた中村道治氏(科学技術振興機構名誉理事長)による、これまでのSDGs解決に向けた取組から得た教訓をもとに、2030年とその先に向けて、科学技術に求められていることを広い視点から議論する講演「SDGsが科学技術に求めること」から始まります。

これに続き、生命科学分野と物理・化学分野の研究者が、基礎科学の知見と技術のコラボレーションがもたらす最新の研究成果を紹介します。

様々な物質の「結晶」を作ることができ、「結晶」の中で、原子や分子がどのような形で存在しているかが、物質の性質を決めていることがわかり、これを調べる基礎研究は、物質科学、材料科学、生命科学へと発展しました。

本シンポジウムでは、このような発展を遂げる間に蓄積した知見や、開拓された技術をご紹介します。そしてこれが、SDGs達成へ向けた推進力となっていることをお伝えします。

総合討論には高校生の方に参加していただき、次の世代の方に、基礎科学という土台の広がりをお伝え、今後の展開について新たな視点から眺めていただくことを本シンポジウムの趣旨とします。

プログラム

- 13:00 開会挨拶 中川 敦史 | 日本結晶学会会長, 大阪大学蛋白質研究所教授
- 13:05 趣旨説明 菅原 洋子* | 北里大学名誉教授
- 座長 上村みどり* | CBI 研究機構量子構造生命科学研究所所長
- 13:10 「SDGs が科学技術に求めること」
中村 道治 | 国連「10人委員会」メンバー (2018-2020), 中性子産業利用推進協議会副会長, 国立研究開発法人科学技術振興機構名誉理事長
- 座長 山下敦子* | 岡山大学大学院・教授
- 13:40 「エボラウイルスの細胞内増殖機構の解明」
野田 岳志* | 京都大学医生物学研究所教授
- 14:10 「クライオ電子顕微鏡による CO₂ 資源化酵素の構造解析と電子移動メカニズムの解明」
宮田 知子 | 大阪大学大学院生命機能研究科特任准教授
- 14:40 【休憩】
- 座長 阿久津典子* | 大阪電気通信大学教授
- 14:50 「バイオ高分子素材が切り拓く SDGs」
沼田 圭司 | 京都大学大学院工学研究科教授
- 15:20 「化合物半導体結晶はいかに紡ぎ出されるのか
—超高真空中と細菌からと—そしてその応用展開」
富永 依里子* | 日本学術会議若手アカデミー会員, 広島大学大学院先進理工系科学研究科准教授
- 15:50 総合討論
進行: 黒田 玲子* | 中部大学先端研究センター特任教授
コメント: 高田 昌樹* | 東北大学多元物質科学研究所国際放射光イノベーション・スマート研究センター教授
参加高校 (札幌市立札幌開成中等教育学校、鷗友学園女子中学高等学校、奈良女子大学附属中等教育学校、大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎、広島市立広島中等教育学校、福岡県立修猷館高等学校)
- 16:35 閉会の辞 佐々木 園 | 日本学術会議第三部会員, 京都工芸繊維大学教授
* 日本学術会議連携会員

SDGs が科学技術に求めるもの

中村 道治

(国連「10人委員会」メンバー(2018-2020)、中性子産業利用推進協議会副会長、
国立研究開発法人科学技術振興機構名誉理事長)

持続可能な開発目標(SDGs)は、世界の科学コミュニティにこれまでの効率性、利便性重視の研究開発から、持続可能で人間中心の社会の実現を目指した研究開発への転換を求めてきた。具体的には、地球(Planet)、人びと(People)、繁栄(Prosperity)、平和(Peace)、連携(Partnership)の観点で、シナジーやトレードオフも考慮しつつシステム的に取り組むべきであるとされている。このような中で、今回国連によって持続可能な発展のための国際基礎科学年が設定されたことは、基礎科学の社会的役割を認識し、取り組みを強化する絶好の機会である。

SDGs 活動の進捗状況を国際レベルで見たとき、2019年の段階ですでに遅れが目立ち始め、グテーレス国連事務総長から危機意識をもって取り組むように強い要請が出された。その後 COVID-19 パンデミックや最近のロシアのウクライナ侵攻による遅れもあって、いかにより良い形で挽回するかが問われている。

このような中で、各国は課題解決型科学技術政策をトップダウン的に進める一方、地域 SDGs と呼ばれる地方政府や大学、産業界、市民等によるボトムアップ的な取り組みも重視してきた。グローバル、国、地方レベルの活動を、それぞれの相互連携のもとに進めていくことが重要とされている。科学コミュニティにおいては、自然科学と人文社会科学の融合、政府、産業界、市民との共創、オープンサイエンス、オープンデータといった研究開発システムの変革が、SDGs の実現に欠かせないものになっている。科学技術による負の影響の排除、倫理的・法的・社会的課題(ELSI)への取り組み、経済安全保障といった研究インテグリティの議論においても、SDGs の視座での取り組みが求められている。

SDGs のための科学技術・イノベーション(STI for SDGs)において、多様なステークホルダーが整合的に取り組むと共に進捗状況を把握して確実に成果を上げることが望まれる。このための手段として、国連では、ロードマップの企画立案と社会実装を推奨し、そのためのガイドブックを作製した。現在6か国(ガーナ、ケニア、エチオピア、インド、セルビア、ウクライナ)でパイロットプログラムが進められている。国連では、これを出発点として開発途上国を対象に国際的なエコシステムの構築を目指そうとしている。日本では、持続可能な開発目標(SDGs)実施指針の下で毎年アクションプランが設定されてきた。デジタル変革を通じて人間中心の社会を目指す Society5.0 が、SDGs 実現に向けてのロードマップの役割を果たしている。

SDGs は科学コミュニティに対し、長期的、普遍的な視点で社会変革に貢献することを期待し、そのための羅針盤として目指すべき未来価値を提示している。科学者は自らの研究が社会の発展にどのように関係するかを考えつつ、自律的な研究活動を続けることが重要である。国際公共財としての知の拡大と迅速かつ包摂的な活用を図ることが、世界の科学コミュニティに課せられた課題である。

エボラウイルスの細胞内増殖機構の解明

野田 岳志

(京都大学医生物学研究所教授)

フィロウイルス科に属するエボラウイルスおよびマールブルクウイルスは、ヒトを含む霊長類に致死的な出血熱を引き起こす。2013 年末から西アフリカで大流行したエボラウイルス病は、2 年以上の流行を続け、約 28,600 名の感染者、うち 11,300 名の死者を発生させる未曾有のアウトブレイクとなった。その間、欧米の 4 か国で感染者が確認されただけでなく、日本でも 9 例の感染疑い例が発生したことから、エボラウイルス病への対策は我が国の医学・公衆衛生学における最重要課題の 1 つである。また、マールブルクウイルス病も近年頻発しており、2022 年にはガーナで、2023 年に入ってから赤道ギニアやタンザニアで感染者が報告されている。しかし、感染性フィロウイルスを用いた研究には BSL-4 施設が必用という制約もあり、その基礎研究は十分に進んでおらず、有効なワクチンや治療薬は存在しない。

エボラウイルス等すべてのフィロウイルス (filovirus) は、その名の通り、フィラメント状の粒子構造を示す。私たちはこれまでに、プラスミドを用いたタンパク質発現系により、エボラウイルスの粒子形成機構の解析を進めてきた。近年は特に、クライオ電子顕微鏡法を用いて、ウイルスゲノム RNA の転写・複製を担う螺旋状のヌクレオカプシド複合体の形成機構の解析を進めている。本講演では、これまでに私たちが明らかにしてきたフィロウイルスのウイルス粒子形成機構、特にヌクレオカプシドのコア構造について紹介したい。

クライオ電子顕微鏡による CO₂資源化酵素の構造解析と電子移動メカニズムの解明

宮田 知子

(大阪大学大学院生命機能研究科特任准教授)

細胞内には単独の蛋白質分子では達成できない、高度に制御された反応系が存在し、多くの蛋白質は、生体内で種々の有機物質や他の蛋白質と分子間相互作用をして、立体構造を変化させながら会合、解離を重ね、それぞれの機能を発揮しています。生命活動の根幹を担うシステムはすべてこのような超分子複合体であり、生命活動の理解を深めるためには、これらの会合、解離をダイナミックに繰り返す超分子複合体の立体構造をそれぞれの状態で明らかにしなければなりません。ここ数年は従来の X 線結晶解析法や NMR 法に加えてクライオ電子顕微鏡法が注目を浴びてきました。クライオ電子顕微鏡法は生体分子を生のまま生理的環境に近い状態で凍らせて直接電子顕微鏡で観察する方法で、ごくわずかな水溶液試料で原子レベルの分解能を達成できる構造解析手法です。我々はこのクライオ電子顕微鏡法を用いてタンパク質の構造解析を進めております。

温室効果ガスである CO₂ 排出量の削減は人類が解決すべき地球環境課題であり、持続可能な社会を実現するために世界中で CO₂ を資源化あるいは回収する技術の研究開発が進められています。植物葉上共生細菌由来のギ酸脱水素酵素 (F_oDH) は常温常圧中性で CO₂ からギ酸への還元を触媒する酵素であり、生体触媒を用いた新たな CO₂ 資源化に向けた切り札として期待されています。本酵素は電極との直接的な電子移動ができるユニークな特徴を持ち、高効率の触媒反応を実現できます。クライオ電子顕微鏡を用いた単粒子解析によって 2.2 Å 分解能の F_oDH の構造を得ることに成功しました。F_oDH の構造から α サブユニットの CO₂/ギ酸酸化還元反応と β サブユニット中の NAD⁺/NADH 酸化還元反応を触媒する活性部位が確認され、構造情報と合わせて生物電気化学的手法により酵素内に複数の電子移動経路や電極反応部位を発見することができました。これらの成果は生体触媒を用いた新たな資源化技術の基盤研究として貢献することが期待されております。

バイオ高分子素材が切り拓く SDGs

沼田 圭司

(京都大学大学院工学研究科教授

理化学研究所環境資源科学研究センターバイオ高分子研究チームリーダー)

高い靱性（タフネス）を示すクモの牽引糸は、既存の構造材料では達成できない力学物性を示すと同時に、自然環境中で完全に分解される環境分解性を有し、様々な材料分野や産業から注目されている。しかしながら、材料となるシルクタンパク質を、従来型の発酵法で生産するためには多大な炭素源と窒素源が必要であり、環境循環型・環境低負荷とは言い難い。そこで、我々はシルクタンパク質をはじめとした構造タンパク質を、植物細胞をはじめとした、光合成生物を利用して合成する基盤技術を研究してきた。特に、海洋性紅色光合成細菌を利用した生産は、海洋国家日本における新たな材料合成法を示すとともに、二酸化炭素や窒素を原料として構造タンパク質素材やバイオ高分子材料を合成する、革新的な生合成基盤と言える。最近では、1000 種類以上のクモ糸の化学構造と構造物性をデータベース化することで、クモの牽引糸が示す超収縮と呼ばれる水に対する高い感受性と、高い相関を示すアミノ酸配列を明らかにし、耐水性に優れた人工クモ糸の開発を可能にした。以上のように、クモ糸ビッグデータを利用した高分子材料設計と光合成生物を利用した生産技術の方向性を示すことで、二酸化炭素からの生合成と二酸化炭素への精密分解が可能な環境循環型高分子材料を創出する科学について講演する。

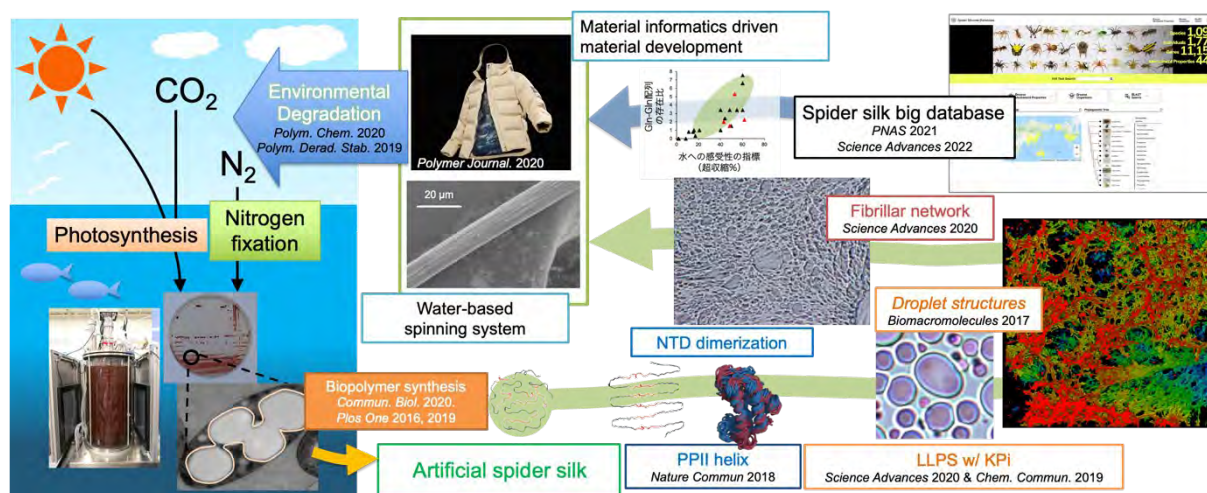


図1. 環境循環型のバイオ高分子材料を俯瞰的に設計・合成する

左：空気の資源化を目指した光合成生物を利用した合成系。

右：自然界の構造タンパク質の階層構造と配列情報から、構造物性を制御した人工タンパク質材料を世界に先駆けて創出する。

化合物半導体結晶はいかに紡ぎ出されるのか — 超高真空中と細菌からと — そしてその応用展開

富永 依里子

(日本学術会議連携会員・若手アカデミー会員
広島大学大学院先進理工系科学研究科准教授
大阪大学大学院工学研究科特任准教授)

本講演では、超高真空装置を用いた分子線エピタキシー法という歴史ある結晶成長法による GaAs 系やビスマス (Bi) 系 III-V 族化合物半導体混晶 (図 1) の成長と、海洋細菌を用いた化合物半導体の合成の本質的な共通点そして異なる点を俯瞰する。化合物半導体結晶が各条件下でどのように成長するのかという学術的問いに答えられるようにと進めている講演者の研究がどこまで到達し、何を目指しているのか説明する。また、研究対象としている GaAs 系、Bi 系両 III-V 族化合物半導体混晶を用いて実現したいテラヘルツ波発生検出素子や光通信用半導体レーザといった応用先についても触れる。こうしたデバイス開発の過程などで排出された産業廃液や自然環境から細菌を用いて金属を回収し、再度半導体を合成するといった資源循環系を構築するという長期的な研究目的も説明する。得ようとしている光・テラヘルツ両デバイスや細菌を用いた資源循環系はどのように SDGs 達成に向けて貢献し、それに対して講演者がなぜ「結晶」を研究対象としているのか、お話ししたい。



図 1. 分子線エピタキシー法での結晶成長時に使用する GaAs 系試料の外観

公開 WEB シンポジウム

「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」

組織委員会委員：

阿久津典子(大阪電気通信大学工学部教授) *

井上豪 (大阪大学大学院薬学研究科教授) *

上村みどり(CBI 研究機構量子構造生命科学研究所所長) *

小島優子 (三菱ケミカル株式会社主幹研究員) *

菅原洋子 (委員長;北里大学名誉教授) *

高田昌樹 (東北大学多元物質科学研究所国際放射光イノベーション・
スマート研究センター教授) *

西野吉則 (北海道大学電子科学研究所教授) *

森吉千佳子 (広島大学大学院先進理工系科学研究科教授) *

*日本学術会議連携会員

＜参考資料 6＞公開 WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」アンケート結果

本シンポジウムでは、事後アンケートを実施しました。参加者数が 162 名に対して解答者数は 79 名で、回収率は 49%でした。質問項目を付表 1 に、質問項目 1～3 についてのアンケートの集計結果を付図 1 に示します。全体としては、申込者と回答者の年齢分布に大きな偏りは見られず（本文 6 ページ 図 1 参照）、約 4 割が 60 代、約 3 割が 40～50 代、残り約 3 割が 10～20 代でした。但し、20～30 代の占める割合は回答者において低くなっていました。回答者の身分は、大学・研究所等の関係者が約 3 割、企業関係者が約 3 割、学生・生徒が 2 割 5 分程度でした。総合評価は「大変参考になった」、「ある程度参考になった」の合計が 99%を占めました。

付表 1 参加者への事後アンケート質問内容

項目 1：年齢

選択肢 10代／20代～30代／40代～50代／60代以上

項目 2：職業

選択肢 生徒（高校生まで）／学生（大学生・大学院生）／大学・研究所等／企業／その他

項目 3：今回の公開シンポジウムについて総合評価をお願いします

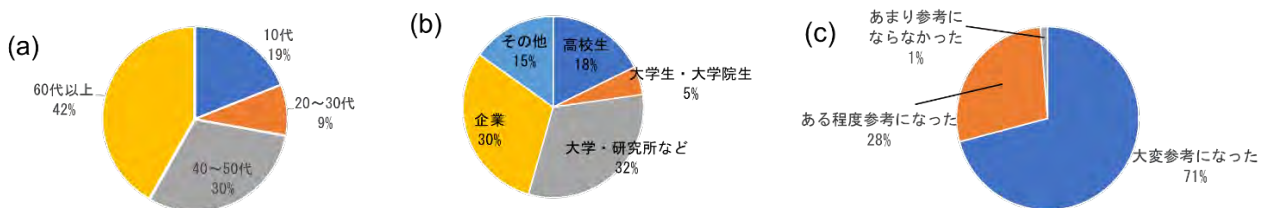
選択肢 大変参考になった／ある程度参考になった／あまり参考にならなかった

項目 4：良かったと感じた点を自由にご記載ください（講演内容、企画、運営等）

項目 5：問題があったと感じた点を自由にご記載ください（講演内容、企画、運営等）

項目 6：その他、ご意見を自由にご記載ください

（出典）分科会にて作成



付図 1 参加者への事後アンケート項目 1～3（付表 1 参照）についての回答の集計

(a) 項目 1：年齢構成 (b) 項目 2：職業 (c) 項目 3：総合評価

（出典）分科会にて作成

今回のシンポジウムでは、高校生に参加してもらい、基礎科学と SDGs のかわかりを知ってもらうことを一つの趣旨としたので、自由記述欄については、高校生からの回答（14 名）と、高校生以外からの回答（65 名）に分けて、その内容を整理して付表 2 に記載しました。

高校生（14名）の「項目4：良かったと感じた点」及び「項目6：その他」に対する回答をみると、十分に高校生の科学的好奇心を満足させる内容であったといえます。一方、「項目5：問題があったと感じた点」として、「もう少し質問の時間が欲しかった」という回答が複数見られました。また、「大学生等ほかの世代の意見も聞いてみたかった」という回答があり、今後の企画において参考にするべき点といえます。

高校生以外の参加者の回答（65名）では、「項目4：良かったと感じた点」として「高校生の参加が良かった、有意義だった」、「わかりやすかった・面白かった」、「最先端の研究内容を聴くことができた」という趣旨の回答が数多く見られました。一方、「項目5：問題があったと感じた点」としては、「高校生にはかなり難しい内容だったのではないかと、もう少し原理から説明すべきではないか」という指摘が複数ありましたが、高校生の回答を見ると、講演内容のすべてを理解できたわけではないが、十分に吸収するものがあつたと判断できます。「SDGsと基礎科学のつながりが見えにくかった」との回答もありましたが、「3 総括」8ページにこのコメントに対する分科会としての見解を記載しました。「項目6：その他」には、「日本学術会議についてはなかなか世間一般には知られていないので、このような形で一般公開されることはいろいろな意味で有意義だと思われる」、「今後も日本学術会議は国民に対し、科学の情報を継続して発信しつづけるべきである」、「海外のサイエンス・ライターのように、研究が横断的で知識を必要とする専門分野を一般的な知識の方にも理解される手段が必要と考えられ、今回のシンポジウムはその意味で良かった」等、このようなシンポジウム開催の意義へのコメント、及び、継続の必要性の指摘がありました。また、「大学生と思われる参加者が少なかつたように感じて、大学関係者としては少し残念であった」という回答があり、次回以降のシンポジウムの企画に生かすべきコメントと言えます。

付表2 アンケート項目4～5（自由記述）（付表1参照）への回答*

高校生からの回答（回答者数14名）		回答数
項目4：良かったと感じた点		
	SDGsと科学の関係性について知ることができた	2
	自分がどのような方面からSDGsに貢献できるのかを考えていくきっかけとなった	1
	各講演がSDGsと結びついているので身近に感じた	1
	様々な研究がつながっていることを知った	3
	様々な分野の話が聞けた	1
	最先端の研究の話を聞くことができた	2
	内容が面白く、科学に興味を持つことができた	1
	密度濃く学ぶことができた	1
	（個別の講演について）面白かった、解りやすかった等	3
	科学により興味を持つことができた	1
	大学の教授に質問して、それに答えてもらうことができた	1
	質問しやすかった	1
	各講演の説明が丁寧だった	3
	研究の姿勢などについても聞くことができた	1
	同世代の意見や考え方を聴くことができた	2
項目5：問題があったと感じた点		

	質問時間がもう少し長いとよかった	3
	総合討論で、高校生以外の世代（大学生など）の意見を聞いてみたかった	1
項目 6：その他、ご意見を自由にご記載ください		
	よい機会になった、また参加したい など	3
	自分がどの分野に興味があるかを考える機会となる今回のような専門的講演が増える とよい	1
	個別の講演への感想	2
高校生以外からの回答（回答者数 65 名）		回答数
項目 4：良かったと感じた点		
	高校生の参加が良かった、有意義だった等	20
	講演内容がわかりやすかった、面白かった等	12
	インパクトの強い講演が並んでいて楽しかった	1
	老いも若きも楽しめるサイエンスでよかった	1
	若い講演者がサイエンスの魅力を語っていて印象的だった	1
	人間性も含めて伝わってきてよかった	1
	高校生に研究の姿勢が伝わったと感じられた	1
	最先端の研究内容を聴くことができた	7
	SDGs の政策、歴史的背景、幅広い話題等を聴くことができた	4
	いろいろな分野、いろいろな切り口の話が聞けた	1
	いろいろな分野がつながり発展していくことが分かった	1
	基礎研究の重要性が良く伝わった	1
	幅広い対象と結晶との関係、結晶学という分野を知ることができた等	3
	（個別の講演について）興味深かった	2
	オンラインで参加できた	1
	時間配分が良かった	1
項目 5：問題があったと感じた点		
	高校生、教育関係者、一般市民を対象にした広報活動として捉えると、もう少し基礎 的な解説があったほうが良かったのでは	3
	参加した高校生にはかなり難しい内容だったのではないかと（詳細は分からなくても、 何となく研究の内容と雰囲気が分かっただけというものが趣旨と思うので、いい機会 だったが）	1
	SDGs と各講演のつながり、基礎科学とのつながりが見えにくかった	3
	（個別の講演への感想として）難しすぎたのでは、不要な部分があった等	2
	パネルディスカッションは、「高校生の感想発表会」とでも改題した方が良かった	1
	講演の起承転結が不足	1
	一部やや自慢話のような感触があった	1
	Zoom 接続、共有画面の表示等がうまくいかなかった	2
	事後アンケートのリンク先の表示が出たのがわからなかった（後からメールでリンク 先の配信があったのはありがたかった）	1
項目 6：その他、ご意見を自由にご記載ください		
	よい企画だった、有意義な企画だった等	4
	準備がよくなされていた	1

	次回も参加したい	2
	高校生が積極的に参加していてよかった	1
	今後、科学技術にかかわっていく学生が、自分がどの分野に興味があるかを考えることができるよい機会である	1
	大学生と思われる参加者が少なかったようで、大学関係者としては少し残念であった	1
	高校生を対象としたためか、わかりやすくてよかった	1
	研究者のうきうきとした思いが伝わってきた	1
	基礎研究の重要性がよく伝わった	1
	日本学術会議についてはなかなか世間一般には知られていないので、このような形で一般公開されることはいろいろな意味で有意義	1
	今後も日本学術会議は国民に対し、科学の情報を継続して発信しつづけるべきである	1
	研究がいかにかんがわれを感じさせる、学術会議ならではのセミナーでもあったと感じた	1
	海外のサイエンス・ライターのように、研究が横断的で知識を必要とする専門分野を一般的な知識の方にも理解される手段が必要と考えられ、今回のシンポジウムはその意味で良かった。	1
	高校生から「電子顕微鏡を見たい」という声が多かったので、研究施設の一般公開や教育枠での利用等の情報を広く知らせることができると良い	1
	個別の講演への質問 2	2
	SDGs と科学の関係についての意見 1	1
	座長が女性研究者ばかりであることに違和感を覚えた	1
	女性研究者を中心に企画され、講演者にも女性が多かったのはよかった	1

*一人の回答にいくつかの要素が含まれている場合は、分割を行った上で、取りまとめを行ったため、回答数の総数と、回答者数は一致しない

(出典) 分科会にて作成

＜参考資料7＞公開 WEB シンポジウム「基礎科学が導く SDGs 達成への道～結晶&生命&技術革新～」総合討論参加高校生への感謝状

