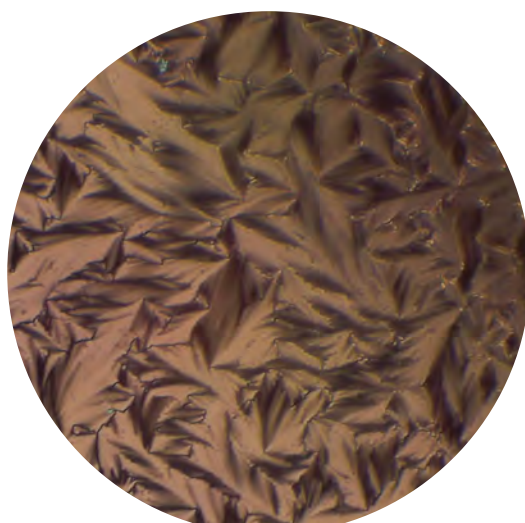
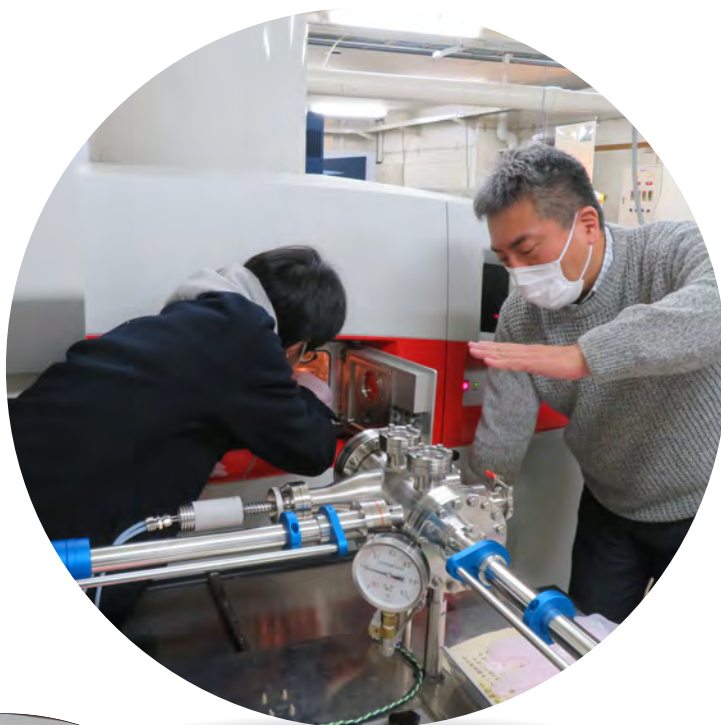


CACS FORUM

Comprehensive Analysis Center for Science, Saitama University



No. 15 2024
CODEN: CFAOBY

目 次

《巻 頭 言》

CACS FORUM No.15 の発行に寄せて	研究機構長 石井 昭彦	1
--------------------------------	-------------------	---

《運営組織》

科学分析支援センター運営組織・科学分析支援センター会議委員名簿	2
科学分析支援センター保有機器一覧	3

《マイレビュー》

—マイレビュー— オレフィン重合触媒の開発	理工学研究科物質科学部門 黒川 秀樹	5
-----------------------------	--------------------------	---

《若手研究者の紹介》

中性子検出用酸化物シンチレータ材料の	理工学研究科物質科学部門 小玉 翔平	20
結晶育成と光学特性評価		

《forum in FORUM》

超高分解能走査型分析電子顕微鏡	総合技術支援センター 徳永 誠	24
-----------------------	-----------------------	----

《センターより》

実験系廃液回収・環境分析の活動報告	科学分析支援センター 新美 智久	26
2023 年度科学分析支援センター活動日誌		34
2023 年度科学分析支援センター活動報告書		43
2023 年度機器等利用実績まとめ		57
2023 年度科学分析支援センター機器等を使用した受賞		69
2023 年科学分析支援センター機器使用研究業績		70
編集後記		

表紙の写真の説明

中央 装置講習 X 線光電子分光装置 AXIS-NOVA

右下 試 料 スメクティック相を示す液晶化合物の光学組織
科学分析支援センター 講師 安武幹雄氏 提供

左下 測定機器 超高分解能走査型分析電子顕微鏡 Regulus-8220

CACS FORUM No.15 の発行に寄せて

研究機構長 石井 昭彦

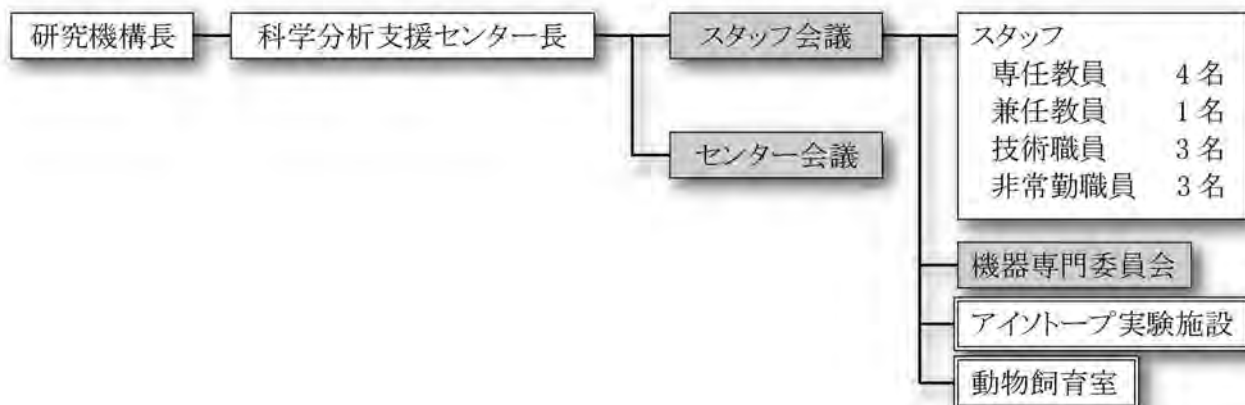
科学分析支援センター機関誌, CACS FORUM No.15 の発行にあたり, センター教職員及び関係された皆様にお喜び申し上げます. 筆者自身も本センターの分析機器のヘビーユーザーの一人であるので, 本誌を手にするのを毎年の楽しみにしています. レビュー, 教員の研究紹介, 装置の紹介・解説などの記事に加え, この1年間の各分野(生命科学分析, 機器分析, 環境分析)の活動状況や各装置の利用実績, 受賞実績, 研究業績のリストを拝見しますと, 本センターが本学の教育研究にいかにか大きく貢献しているのかが分かります. 本センターが, 本学の見学ルートの中に必ずと言っていいほど組み込まれているのもその表れでしょう.

さて, かねてより, 研究設備・機器の有効活用のために, 分析装置の学内外共同利用が求められています. それは本センターが 1980 年に分析センターとして発足した目的の一つでもあり, 当時でも今でも高額の分析装置を教員個人が導入・維持管理するのは容易なことではありません. 以来, 本センターは学内共同利用施設として非常にうまく機能していると思います. 一方で, 学外からの利用も社会連携や地域貢献の観点から大変重要視されています. 本学は大学連携研究設備ネットワークに参画しており, また, 茨城大学, 宇都宮大学, 群馬大学との4大学連携により互いの大型機器の共用化の協定を結んでいます. 外部からの依頼測定も積極的に受け付け, 外部依頼測定の件数は, 令和5年度では200件以上の実績があります(当該件数は第4期中期目標・中期計画の指標(KPI)に設定されている). 本学は, 令和6年9月18日に, 東洋大学と包括連携協定を締結しました. 東洋大学は本学と地理的に近い川越と朝霞に理工学部及び生命科学系学部のキャンパスがあり, この度の包括連携協定により両大学が有する分析機器の共同利用を推進し, 引いては共同研究へと発展することが大いに期待されます.

しかし, 明るい話ばかりではありません. センターの分析機器は, 日々丁寧にメンテナンスされているとは言え, 経年劣化は進みますし, 何より, 進歩の激しい学術研究の世界において, 装置の陳腐化は避けられません. 本学の教育研究の高いレベルを保つためには計画的に装置を更新していくことが必要であり, そのために設備マスタープランが策定されていますが, 予算確保の問題によりプラン通りにはなかなか進まないのが現状です. 今に始まったことではありませんが, この点が, これからも本センターの課題であると思います.

以上, 最後は景気のわるい話になりましたが, センター教職員及び利用者の皆様のご協力により, 科学分析支援センターがますます存在感を高め, 発展することをお祈りいたします.

科学分析支援センター運営組織



埼玉大学研究機構科学分析支援センター会議委員

2024年4月1日現在

氏 名	所 属	任 期
日原 由香子	科学分析支援センター(分子生物学科) 教授	2026年3月31日
藤原 隆司	科学分析支援センター(基礎化学科) 准教授	
松岡 聡	科学分析支援センター(分子生物学科) 准教授	
小林 拓矢	科学分析支援センター(物理学科) 助教	
安武 幹雄	科学分析支援センター(応用化学科) 講師(兼任)	
古舘 宏之	科学分析支援センター(生体制御学科) 助教	
富岡 寛顕	教育学部 教授	2026年3月31日
道村 真司	理工学研究科(物理学科) 准教授	2026年3月31日
斎藤 雅一	理工学研究科(基礎化学科) 教授	2026年3月31日
是枝 晋	理工学研究科(分子生物学科) 講師	2026年3月31日
畠山 晋	理工学研究科(生体制御学科) 准教授	2026年3月31日
柳瀬 郁夫	理工学研究科(応用化学科) 准教授	2026年3月31日
田所 千治	理工学研究科(機械工学・システムデザイン学科) 准教授	2026年3月31日
小口 千明	理工学研究科(環境社会デザイン学科) 准教授	2026年3月31日
土方 泰斗	情報メディア基盤センター 准教授	2026年3月31日

科学分析支援センター保有機器一覧

機器名	運用 担当者	学部生	博士 前期 課程	博士 後期 課程	教職員	依頼 分析
核磁気共鳴装置(AV300)	藤原 隆司	○	○	○	○	○
核磁気共鳴装置(AV500)	藤原 隆司	○	○	○	○	○
核磁気共鳴装置(AV500T)	藤原 隆司	×	△*1	○	○	○
高感度核磁気共鳴装置(AV400)	藤原 隆司	×	△*1	○	○	○
電子スピン共鳴装置	藤原 隆司	○	○	○	○	○
Pulse 電子スピン共鳴装置	藤原 隆司	×	○	○	○	○
四重極 GC 質量分析装置	新美 智久	×	×	×	×	○
飛行時間型質量分析装置	新美 智久	×	○	○	○	○
高分解能磁場型質量分析装置	新美 智久	×	○	○	○	○
ナノフロー-LC 質量分析装置	新美 智久	×	○	○	○	○
示差走査熱量計	中島 綾子	○	○	○	○	○
示差熱重量測定装置	中島 綾子	○	○	○	○	○
示差熱重量発生ガス分析装置	中島 綾子	×	×	×	×	○
X 線光電子分析装置	齋藤 由明	×	○	○*4	○	○
走査型プローブ顕微鏡	高宮 健吾	○	○	○	○	○
表面形状解析レーザー顕微鏡	中島 綾子	△*2	○	○	○	○
接触角測定装置	中島 綾子	○	○	○	○	○
汎用走査型分析電子顕微鏡	徳永 誠	△*2	○	○	○	○
低温低真空走査型電子顕微鏡	徳永 誠	△*2	○	○	○	○
高分解能走査型分析電子顕微鏡	徳永 誠	△*2	○	○	○	○
超高分解能走査型分析電子顕微鏡	徳永 誠	×	×	×	○	○
透過型電子顕微鏡 (200 kV)	徳永 誠	×	×	×	○	○
透過型電子顕微鏡 (120 kV)	辻 季美江	×	○	○	○	○
共焦点レーザー顕微鏡	古舘 宏之	△*3	○	○	○	○
誘導結合プラズマ発光分析装置	藤原 隆司	○	○	○	○	○
小型蛍光寿命測定装置	藤原 隆司	○	○	○	○	○

ZETA 電位・粒径・分子量測定装置	中島 綾子	△*2	○	○	○	○
蛍光 X 線分析装置	徳永 誠	×	○	○	○	○
卓上型粉末 X 線回折装置（水平型）	徳永 誠	○	○	○	○	○
粉末 X 線回折装置（水平型）	徳永 誠	○	○	○	○	○
高輝度二次元 X 線回折装置	徳永 誠	×	×	△*2	○	○
多機能粉末 X 線回折装置	安武 幹雄	×	○	○	○	○
高速粉末 X 線回折装置（水平型）	徳永 誠	×	○	○	○	○
CCD 型単結晶構造解析装置	藤原 隆司	修理不可のため廃棄予定				
高輝度 CCD 型単結晶構造解析装置	藤原 隆司	×	×	×	○	○
顕微レーザーラマン分光光度計	藤原 隆司	△*3	○	○	○	○
汎用フーリエ変換赤外分光光度計	藤原 隆司	○	○	○	○	○
顕微フーリエ変換赤外分光光度計	藤原 隆司	×	△*2	△*2	○	○
紫外可視近赤外分光光度計	藤原 隆司	○	○	○	○	○
超音波顕微鏡	荒居 善雄	○	○	○	○	×
微小材料試験機	荒居 善雄	○	○	○	○	×
モアレ干渉計	荒居 善雄	○	○	○	○	×
有機微量元素分析装置	加藤 美佐	×	×	×	×	○
カーボンコーター	徳永 誠	○	○	○	○	○
オスミウムコーター	徳永 誠	×	○	○	○	○
高圧凍結装置	辻 季美江	×	×	×	○	○
急速凍結装置	辻 季美江	×	×	×	○	○
凍結ウルトラミクローム	辻 季美江	×	×	×	○	○
ウルトラミクローム	辻 季美江	×	○	○	○	○
プラズマクリーマー	徳永 誠	×	×	×	○	○

ポスドク、研究生についてはお問い合わせください。

*1 教員一人あたり二名まで。

*2 使用には条件があります。詳細はお問い合わせください。

*3 10 月以降かつ埼玉大学博士前期課程に進学が決まっていること。

*4 研究員は除く。

—マイレビュー— オレフィン重合触媒の開発

-My review- Development of olefin polymerization catalysts

理工学研究科 物質科学部門 黒川秀樹

Graduate School of Science and Engineering, Division of Material Science

Hideki Kurokawa

Abstract

New olefin polymerization/oligomerization catalysts were developed by immobilizing metal complexes on layered clay minerals such as montmorillonite and fluorotetrasilicic mica. In the initial research stage, group 4 metallocene complex supported on acid-treated montmorillonite was prepared and tested in ethylene polymerization. The supported metallocene catalyst showed high catalytic activity and afforded polyethylene derived from a single-site catalyst.

In the second stage, novel heterogeneous catalysts were developed by reacting a bi- or tri-dentate ligand and a late transition metal ion-exchanged mica (Fe^{3+} -mica and Ni^{2+} -mica). Those catalysts were readily activated by conventional alkyl aluminum compounds such as triethyl aluminum and triisobutyl aluminum, showing highly high catalytic activity for ethylene polymerization and oligomerization.

In the final stage, hybrid ethylene polymerization catalysts consisting of two metal complexes with different specific properties were developed to improve melt processability by controlling PE's molecular weight distribution (MWD). Those catalysts were capable of controlling PE's MWD by adjusting the ratio of the supported metal complexes.

1. 背景

—重合触媒との出会い—

私がオレフィン重合触媒と出会ったのは、1994 年であった。当時、私は三菱油化化学品研究所(三重県四日市市)で樹脂添加剤の開発と少量多品種生産のプロセス開発をしていたが、ある日、所長に呼び出されて高分子基礎研究所に移動してほしいと言われた。当時の私は組成の良く分からない高分子材料は“闇なべ”のようなイメージであり、とても研究する気にはなれず2時間粘って拒否した。しかし、最後は“**業務命令です**”と言われて渋々移動することになった。後に事情が分かってくると、当時、ハンブルグ大学の W. Kaminsky 教授 (Fig. 1) が見いだした Kaminsky 触媒(現在は広義の意味でメタロセン触媒と言うことが多い)を実用化するために世界中の化学メーカーがしのぎを削っていた。エチレンやプロピレ



Fig.1 W. Kaminsky 教授(中央)
2013.10 Asian Polyolefin
Workshop in Beijing, China にて.

ンの重合によって得られる“ポリオレフィン”は合成高分子の 40%以上を占める重要な材料であり、日本国内で年間約 500 万 t 製造されている。¹⁾ 私がいた三菱油化はポリエチレン(PE), ポリプロピレン(PP)の大手製造企業であり、新技術によりシェアを奪われないために研究開発で負けれない状況にあった。そこでバブルに乗じて大量の新人を雇用し開発チームに投入したが、チームを管理する側の人員が不足していた。これはバブル前の第二次オイルショックで雇用を抑制していたため年齢構成がいびつになっていたことによる。そこで上層部は若くして窓際にいた私を活用しようと考えた訳である。

当時のオレフィン重合触媒は、化学者なら知らない人はいないであろう Ziegler-Natta 触媒(塩化 Ti 系触媒, 安価で高活性)に加えて, Phillips 触媒(Cr 系触媒)が主流であった(今でも主流である)。これらの触媒は樹脂の物性改良やプロセスの効率化に向けて日々改良を重ねていたが、そもそもこれらの触媒は活性点の種類や性質が十分解明されていないだけでなく、その活性点の制御、すなわち生成するポリマーの組成や物性は試行錯誤で改良されていた。一方, Kaminsky 教授が見いだした触媒は, Fig.2 に示すように構造が明確な 4 族メタロセン錯体とアルミニウム化合物の活性化剤(助触媒とも言う)からなる触媒系であり、高活性かつ活性点が均一であるため、例えば共重合においては組成が均一なポリマーを与えた(ただしポリマー鎖長は確率分布に従う)。²⁾ これはこれまで試行錯誤で必死に改良してきた触媒の特性を錯体の分子構造から設計できる可能性を秘めており、正に画期的な触媒であった。

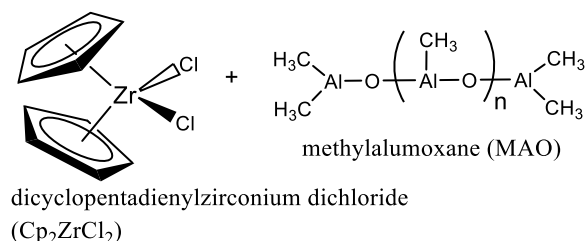


Fig. 2 Typical Kaminsky catalyst

移動した新グループでオレフィン重合とメタロセン触媒について基礎から学んでやっと半

人前になったころ、いきなり会社が合併した。三菱グループの化学系企業としてそもそもなんで二つあるのかよく分からない三菱化成と三菱油化が合併して三菱化学となった。合併時、メタロセン触媒は両社で研究していたため、融合の一つの象徴として、即、たすき掛け人事が始まった。私の上司(グループ長)は旧三菱化成の横浜研究所に一部の部下を連れて移動、入れ替わりで横浜から新グループ長が部下を連れて四日市に赴任し、私のいたチームを牽引することになった。当時私は上司と共に横浜への移動を希望していたが、上層部から新しいグループ長を支えるように言われて四日市に拘束された。このとき、横浜研究所から持込まれた触媒が「層状粘土鉱物担持メタロセン触媒」であり、私のライフワークとなった。

この合併により層状粘土鉱物担持メタロセン触媒の実用化研究が始まった。私の担当は、直鎖状低密度ポリエチレン(LLDPE)製造用触媒の実用化検討であり、基礎研究段階の触媒について、触媒製造技術の確立(スケールアップ検討)、パイロットプラントによる触媒性能テストと材料テスト用サンプルの製造、その後は鹿島にある気相法 PE プラントでのテストに向けた触媒製造を担当した。当時は若かったこともあり今では考えられないくらいよく働いた。しかし上司たちはさらによく働いており、そのときの経験から“もらっている給料に見合う働きをせよ”との信念を得た。

1997 年の真冬、鹿島の気相法 PE プラントで徹夜のテストをした際、北風が吹き付ける反応器の上で担当スタッフの方と真夜中にトラブル対応したことは大変貴重な経験であり、今でも鮮明に記憶に残っている。その後、夏の本格テストに向けた触媒の製造を終えた時点で三菱化学を退社し、埼玉大学、三浦弘教授の下に助手として着任した。着任後しばらくは研究室のテーマに取り組んでいたが、突然三菱油化時代の上司が来て、“一緒に研究をしよう”と言われた。在職時に私が大変尊敬していた上司であり、触媒開発を途中で放棄した後ろめたさもあったことから、快諾して共同研究をスタートすることとなった。

2. 粘土鉱物担持メタロセン触媒の開発

2-1. 重合触媒と重合プロセス

Kaminsky 教授の開発した触媒は、多くの場合、活性化剤にメチルアルモキサン(MAO)を用いる。この MAO はトリメチルアルミニウム(Me_3Al)を水で一部加水分解して調製する“怪しげな”物質であり、未だ明確な構造は決定されていない(混合物であり動的に構造や組成が変化するため)。この MAO の発見が Kaminsky 触媒の発見につながったわけであるが、空気中に出すと即発火、水とも爆発的に反応する Me_3Al に水を入れるなど相当に勇気がある実験と思うが、その勇気が大発見につながった。

当時この触媒系は Exxon, Hoechst, Dow, 三井化学などが多数の特許を出願しており、抵触せずに実用化するにはブレークスルーが必要であった。旧三菱化成で開発された層状粘土鉱物担持メタロセン触媒はこの状況を一発解決できる触媒系であったことから、我々の研究チームは特別待遇、例えば、実験施設の優先的使用、予算優遇、加えて無茶苦茶タイトなスケジュールなど、恵まれた？環境で研究を進めることになった。余談ではあるが、このとき三菱化成から来た上司は当時としては斬新なチーム運営をする非常に優秀な方であり、私の現在のチームマネジメントはこの方の運営方針を踏襲している。

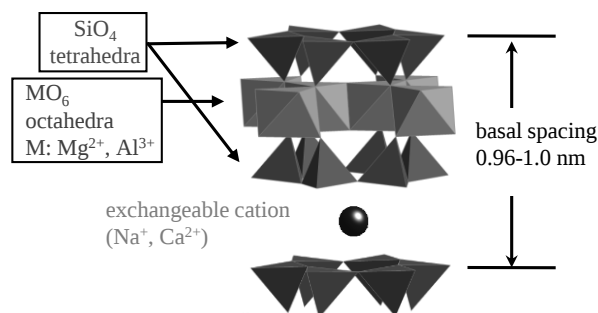


Fig.3 Structure of clay minerals
Montmorillonite $(\text{Na}, \text{Ca}_{0.5})_{0.33}(\text{Al}_{1.67}\text{Mg}_{0.33})\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
Fluorotetrasilic mica $\text{Na}(\text{Mg}_{2.5})\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{F}_2$

我々の触媒では“層状粘土鉱物”という結晶性アルミノシリケート、特にス멕タイト族のモンモリロナイトおよび雲母を利用している。モンモリロナイトや雲母の構造を Fig.3 に示す。これらの粘土鉱物は“層状”という呼び名の通り板状の層が積層した構造をしており、層と層の間に交換性の陽イオン(交換性カチオン、 Na^+ , Ca^{2+} など)が存在する。一枚の層は、一つの 8 面体シートを二つの 4 面体シートで上下から挟んだ構造であり、8 面体シート層の一部の陽イオンが欠損していることにより層自体は負電荷を帯びている。その負電荷を補正するために層間に交換性陽イオンが存在している。

三菱化成の菅らは、層状粘土鉱物、特に酸処理モンモリロナイトを脱水した後、アルキルアルミニウムで処理するとメタロセン触媒の活性化剤として機能するとともに、重合触媒として大変重要な触媒の不均一化(固体触媒化)を同時に達成できることを報告した。³⁾ この触媒の優れた点としては、(1)高価で取扱いがやっかいな MAO を用いる必要がないこと、(2)Ziegler-Natta 触媒の活性化剤として大量に使用されている安価なトリエチルアルミニウム(TEA)やトリイソブチルアルミニウム(TIBA)により活性化できること、(3)担体と活性化剤を兼ねているため、触媒調製プロセスが簡便であることなどである。当研究室の研究成果から見てきた課題としては、(4)錯体の構造によって活性化効率、もしくは触媒活性が大きく異なることである。

研究結果を説明する前に、不均一系重合触媒と PE について説明する。不均一系の本来の意味は、反応物が存在する“相”と反応が起こる場(活性点)が異なる“相”にあることだが、触媒研究者の間では、“自虐的に”活性点が不均一な触媒という説明をすることもある。これは担体(support)上に性質の異なる複数の活性点(active sites)が存在し、更に言えばそれを制御できていないことに対する嘆きを込めた自虐ネタである。Fig.4 には重合触媒の活性点イメージを示す。

この例は、エチレンと 1-ブテンを共重合した際の活性点のモデルであるが、旧来のマルチサイト触媒では、目的とする共重合体(LLDPE)を生成する活性点 A に加えて、分子量が低く、ブテン取り込み量の多い PE を生成する活性点 B や分子量が非常に高く(鎖が長い)、ブテン量が少ない PE を生成す

る活性点 C などが存在する(これは単純化したモデルである)。このような PE を使ってフィルムを作ると、低分子量－高ブテン含量の PE はフィルムのべたつきの原因となり(皆さんも口開きが悪い袋に出会った経験があるはず!)、高分子量－低ブテン含量の PE はフィッシュアイ(母体の PE から相分離し、魚の目のような異物となるのでこの名前がついた)の原因となる。

このように書くとシングルサイト触媒はなんと素晴らしい触媒、と思うかもしれないが、そんな簡単な話ではない。高分子は実に奥の深い材料であり、組成が均一なことが必ずしも良いとは限らない。特

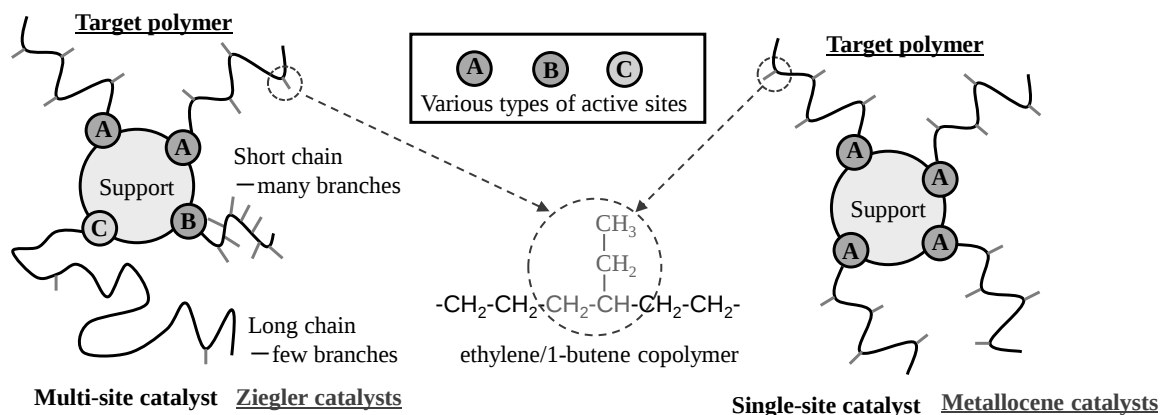


Fig. 4 Image of the active-sites of multi-site and single-site catalysts

にシングルサイト触媒から得られる PE は極めて成形加工性が悪く、多くの場合、そのままでは到底製品にはできない。昔、初めてパイロットプラントで試作に成功し、喜び勇んで製造した PE を材料評価のグループに持ち込み成形テストを行った。しかし、その PE は熔融時の流動特性が極めて悪いため全く成形できず、「もっとましなサンプルを持ってこい」と言われた。あれから 30 年以上が過ぎたが、現在、私は意図的に活性点を不均一にした触媒の開発を進めている。その目的は正に成形加工性に優れた PE 材料を製造するためである。

次に重合プロセスとの関係も説明したい。重合触媒に備えるべき基本的な能力としては、高い触媒活性(製造コストに直結)、水素(連鎖移動剤)による分子量制御が可能、高い共重合性(LLDPE は主に 1-ブテンあるいは 1-ヘキセンとの共重合体である)に加えて、不均一系触媒(固体触媒)固有の物性である粒子の機械強度、粒径、粒径分布などがある。

本触媒は画期的な触媒であったが、触媒の改良により様々な材料物性の PE を製造するためには、ベースとなる触媒の活性は高い方がよい。これは、触媒や生成 PE の物性を制御する際に触媒活性を犠牲にすることが多いためである。また、現代の重合プロセスでは脱灰工程(触媒除去工程)がないことから、残留金属成分濃度を下げるために高い触媒活性が望まれている。例えば活性金属(ここでは Zr)を 1 wt% 含む触媒を用いて PE を製造した場合、重合時、1 g の触媒から 1 kg の PE ができるとすると、1 kg の PE 中に 0.01 g の Zr が残留することになる(10 ppm)。なお、触媒あたりの PE 生成量は、重合温度、モノマー分圧、平均滞留時間で制御することになる。平均滞留時間を長くすると触媒あたりの生成量は上がるが反応器効率が悪くなること、モノマー分圧は反応器の耐圧に依存し、耐圧を上げると装置の製造コストが跳ね上がるなどから、現実的な上限が存在する。したがって制御しやすいのは重合温度である(しかしこれも後述する制限がある)。いずれにしても触媒活性が高ければ、本来不要な制御は必要なくなるため、活性が高いことは極めて重要な要素である。また、生産性という観点では、付加重合はもれなく発熱反応であるため、大型反応器では反応器あたりの生産量(生産速度)が除熱効率(除熱速度)に支配されることも多い。

Fig.5 には、PE の代表的気相重合プロセスの概略図を示す。⁴⁾ 気相重合では流動床プロセスを採用しており、大量に循環するモノマーガス(エチレン)により反応器から重合熱を取り除いて熱交換器まで運んで除熱しているが、PE は重量あたりの発熱量が大きいため熱交換器は驚くほど巨大である。なお、除熱効率の観点では、熱交換器の冷却水とモノマーガス(循環ガス)の温度差(ΔT)が大きいほど熱交換器断面積あたりの除熱速度を稼げるため、重合温度は高いほど良い。もちろん温度を上げれば反応速度が増加するので、生産性の面でも高い反応温度が望ましい。一方で、例えば LLDPE 場合、融点(T_m)が 110-115 °C 程度であることから、自ずと上限温度は制限される。

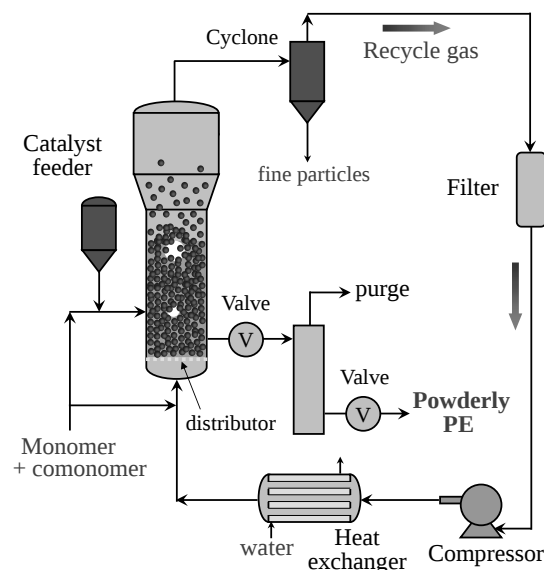


Fig.5 Gas-phase ethylene polymerization process (Unipole™)⁴⁾

2-2. モンモリロナイト担持ジルコノセン触媒の検討

モンモリロナイトを用いた触媒調製方法を Fig. 6 に示す(この方法は現在、当研究室において最適化された方法である)。⁵⁾ この触媒調製法では、まず市販のモンモリロナイト(Na^+ -mont)を硫酸水溶液中で適度に処理することで比表面積を増大させる。この工程では 8 面体シート中の陽イオンの流出を伴い、結晶構造が破壊されて比表面積が増大する。その後、水は触媒毒になるため、粘土鉱物中の吸着水や層間水を加熱真空排気により除去する。得られた酸処理モンモリロナイト(H^+ -mont)をシュレンク管に入れ、アルキルアルミニウム(R_3Al)のトルエン溶液で処理することで、モンモリロナイト表面の水酸基(OH 基)をアルミニウム化合物でキャップする($\text{O}-\text{AlR}_2$)。ここに Cp_2ZrCl_2 (CZ) 錯体のトルエン溶液を加えると、錯体が表面の Al 種と反応して表面にトラップされる(これを担持という)。後は洗浄、溶媒を除去して乾燥すれば不均一系触媒が得られる。

調製された触媒は、本来、エチレンの気相重合により評価されるべきであるが、ラボレベルでの気相重合反応器はないので、オートクレーブを用いた懸濁重合(スラリー重合)により評価している。なお、この重合では、触媒は固体であり溶媒中に溶け

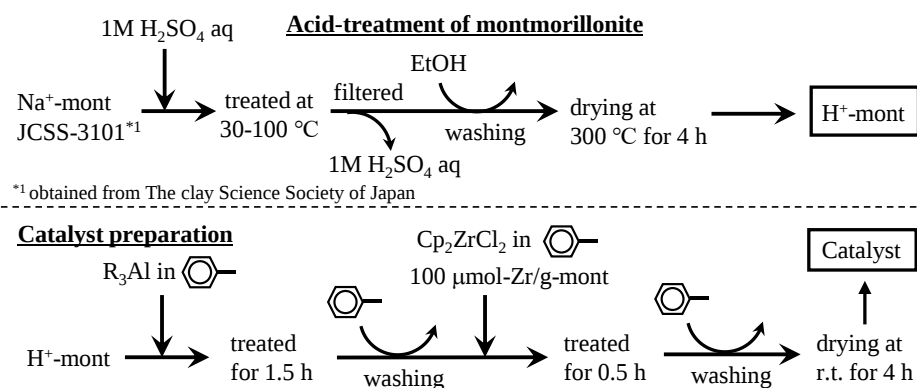


Fig.6 Preparation of montmorillonite-supported metallocene catalyst

込んだエチレンが触媒に吸着して重合が進行する。触媒自身は細かい粒子の粉末であるが、重合と共に粒子が成長し、1~3 時間の重合後はパウダー状の PE 粒子が得られる。

酸処理の程度を変えて調製した Al 含量が異なるモンモリロナイト(H^+ -mont)に Cp_2ZrCl_2 (CZ)錯体を担持した触媒によるエチレン重合結果を Fig.7 に示す。

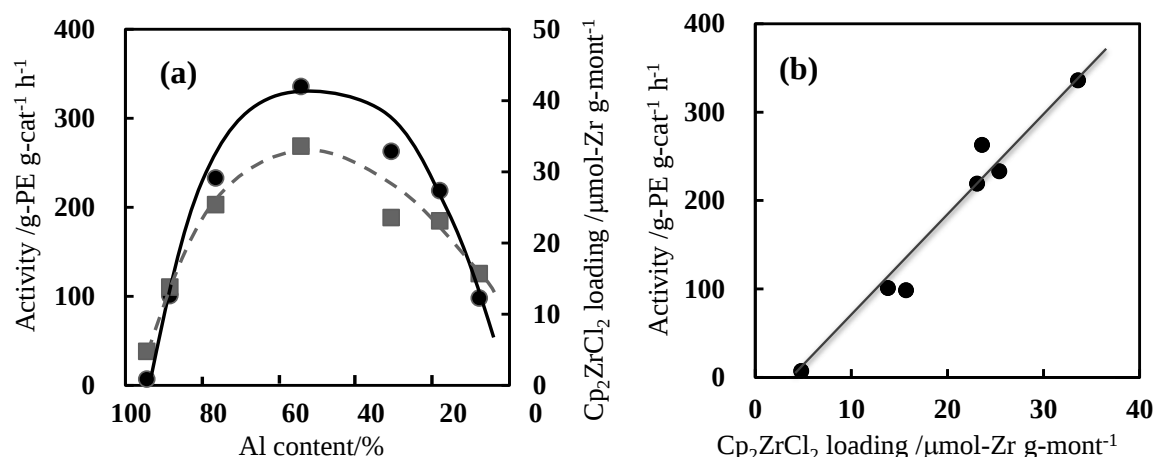


Fig.7 H⁺-mont 担持 CZ 触媒によるエチレン重合⁵⁾

重合条件: 触媒量=2.0-3.0 mg, C₂ 圧=0.7 MPa, 温度=60 °C, Al/Zr=900 (TIBA), 時間=1h

Fig.7(a)は横軸に酸処理の程度を表す Al 含量, 左軸に触媒重量あたりの活性(Activity), 右軸に錯体担持量(CZ 担持量)をとった図である. Al 含量と錯体担持量, 触媒活性の関係はいずれも類似の火山型を示した. そこで横軸に錯体担持量, 縦軸に触媒活性をとってプロットすると(Fig.7(b)), 比較的良好な直線関係が得られたことから, 触媒活性は錯体担持量に比例していることがわかった. 更に言えば担持された錯体は皆同じ触媒活性を有していることが示唆される. また, このときの数平均分子量および分子量分布(多分散度)は, それぞれ $M_n = 1.1-1.3 \times 10^4$, $M_w/M_n = 2.4-2.9$ であり, シングルサイト触媒に特徴的な PE が生成していた. ただし, Fig.6(b)をよく見ると直線が原点を通らず, CZ 錯体担持量が 5 μmol-Zr g-mont⁻¹ あたりで Activity が”0”になった. これは, 担持された CZ 錯体の一部が反応に不活性な化学種としてモンモリロナイト表面に固定されたことを意味している.

モンモリロナイト担持メタロセン触媒については数多くの検討を行ったが, ここでは割愛することとして次に後周期遷移金属錯体を固定化した触媒について説明する.

3. 層状粘土鉱物の層間に後周期遷移金属錯体を固定化した触媒の創成

3-1. エチレン重合触媒

企業の研究者時代から継続して行ってきた研究テーマはそれなりに面白いテーマではあったが, 新触媒を創成と言うよりは, 現状の触媒の機能解明と改良といった要素が高く, 地味な研究テーマであった. ちょうどこの時期, 後周期金属錯体, あるいは後周期遷移金属錯体と総称されている, ノースカロライナ大の Brookhart 教授の見いだした α -diiminickel and palladium 錯体,⁶⁾ インペリアルカレッジの Gibson 教授と Brookhart 教授が, 独立してほぼ同時に見いだした bis(imino)pyridineiron and cobalt 錯体^{7,8)} が盛んに研究されていた. Ni 系錯体によるエチレンの重合は長い歴史があり, α -オレフィン(アルケン類)の工業的製造法として有名な Shell Higher Olefin Process (SHOP)として知られていた.⁹⁾ 一般的な傾向として後周期遷移金属錯体では容易に β -水素脱離を起こすため, 成長反応よりも脱離反応が有利となり, PE ではなく低分子量のエチレンオリゴマー生成が有利になる. ところが, α -diiminickel 錯体(DAB-Ni 錯体)では Ni 中心をかさ高い配位子で保護することにより, Ni 中心への C-H 結合の配位を防いで高分子量化を達成した. この触媒は高分子量 PE の生成を可能にただけでなく, 更に興味深い特徴を有していた. その一つは, Pd 錯体において前周期遷移金属錯体では困難とされたエチレンと極性官能基を有するモノマーとの共重合が進行したことである. もう一つは”chain-walking”あるいは”chain running”と呼ばれるメカニズムによりエチレンのみの重合で短鎖分岐を有する PE が生成することである. いずれも従来にない新機能を持った触媒であるため, 多く

の研究者の興味を引いた。

私もその一人であり、これらの錯体を不均一系触媒として利用することを考えた。もちろんこれらの錯体をモンモリロナイトに担持すれば容易に不均一系触媒にできることは自明であるが、何もオリジナルなアイディアを入れないのでは面白くない。そこで新しい触媒を創成できないかと色々妄想を巡らしていたとき、ふと粘土鉱物の層間で錯体が直接合成できるかもしれないことに気づいた。その時の思考を bis(imino)pyridineiron 系触媒の合成を例にとり説明する (Fig.8)。

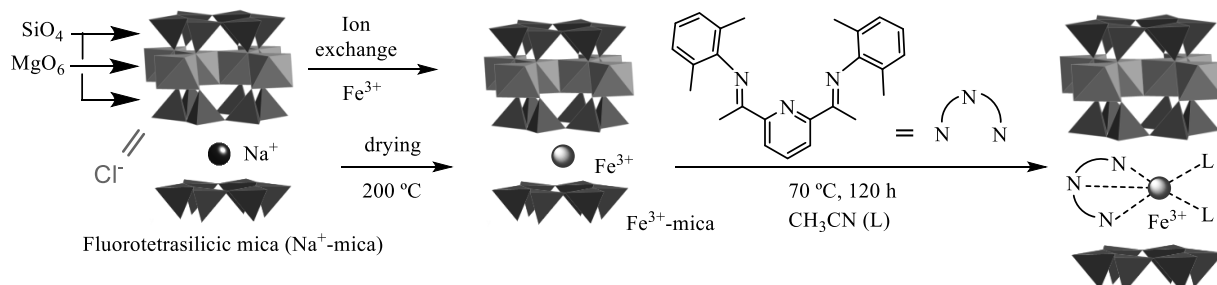


Fig.8 Schematic preparation route of bis(imino)pyridineiron(III) complex immobilized into fluorotetrasilic mica interlayer.

まず Gibson らが報告した錯体合成法では、あらかじめ合成した bis(imino)pyridine(PBI)配位子と FeCl₂ を加温ブタノール中で反応させて合成していた。FeCl₂ は無機結晶であるから、おそらく可溶性の FeCl₂—溶媒付加体と配位子の反応で錯体が生成していると考えられた。このとき Fe²⁺は酸化数の変化を伴わない。すなわち FeCl₂ に PBI 配位子が配位するだけであるから(溶媒との交換反応)、Fe イオンで交換した粘土鉱物と PBI 配位子を反応させれば錯体の合成と固定化(不均一化)が同時にできるのではないかと考えた。ここで、粘土鉱物の層は負電荷を有していることから、塩素イオンと等価であると考えるとわかりやすい。Fe³⁺中心には配位子以外に溶媒である CH₃CN が配位していると推測しているが、一部は粘土鉱物層の酸素原子が配位している可能性も考えられる。このようにして調製した触媒を用いてエチレン重合を行った。

まず、そもそも交換した Fe イオンは Fe³⁺であり、Gibson らが報告した錯体とは酸化数が異なるため、上手くいくかどうか疑心暗鬼だった。学生から「ポリマーができました」と聞いたとき、大喜びしたことを覚えている。初期の触媒ではアルコール溶媒で調製していたために活性が低かったが、溶媒をアセトニトリルに変更したところ活性が飛躍的に向上した。その後、さらに調製条件を最適化することで、現在では実験室では評価が難しいほど高活性な触媒となった。一方で興味深いことに、トルエンのような極性の低い溶媒で調製した触媒ではほとんど活性を示さなかった。この理由を調べるために、触媒のキャラ

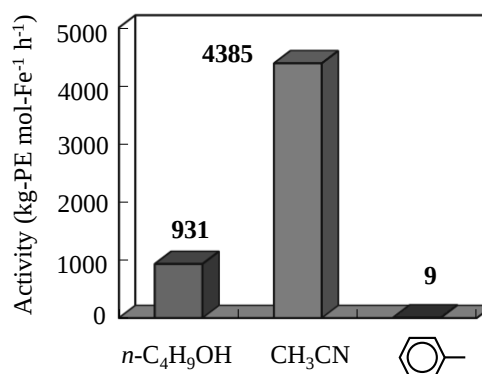


Fig.9 Ethylene polymerization using PBI/Fe³⁺-mica catalysts with TIBA at 60 °C and 0.2 MPa for 1 h.

クターリゼーションを行った。Fig.10 には触媒、PBI 配位子、別途合成した PBI-Fe²⁺-錯体の(A) XRD profile および(B) FT-IR spectra をまとめた。測定時はいずれも 110 °C、1 h 加熱真空排気により溶媒を除去している。まず、(A) XRD 測定のデータを見ると、(d)溶媒のみで処理した Fe³⁺-mica および(c) トルエン中で調製した触媒では、いずれも底面間隔が 1.0-1.2 nm であった。この値は、層 1 枚の厚みに相当するもので、層と層はほとんど密着している状態である。これとは対照的に、(a) CH₃CN や

(b) $n\text{-C}_4\text{H}_9\text{OH}$ 溶媒で調製した触媒では、底面間隔は 1.5-1.6 nm まで拡大しており、層の厚みを引くと層と層の間の空間は 0.5-0.6 nm 程度となった。これは層間に配位子がインターカレートしたことを示している。

次に(B) FT-IR の結果から、まず配位子と錯体のスペクトルを比較すると、配位子では 1640 cm^{-1} 付近に観測される $\text{C}=\text{N}$ 伸縮振動のピークが、錯体になると 1590 cm^{-1} 付近に

シフトしていることがわかる。これは $\text{C}=\text{N}$ 結合が Fe^{2+} に配位したためと推測される。このピークを頼りに錯体を粘土鉱物層間に固体化した触媒のスペクトルを見ると、(a)および(b)では 1590 cm^{-1} 付近同じピークが観測されていることから、粘土鉱物層間で錯体が生成していることがわかった。加えて(b)では 1700 cm^{-1} 付近にカルボニル基に由来すると思われるピークが出現していることから、活性が低かった理由は生成した錯体の一部が溶媒と反応して分解してしまったためと考えられる。また、トルエン中で調製した触媒では、ピークがほとんど観測されなかったことから、層間で錯体が生成していないことがわかる。これら一連の結果から触媒調製時には、まず溶媒が層間にインターカレートして層間が広がったのち、配位子が層間にインターカレートしているものと推測された。

Fig.11 には、これまで当研究室で開発した触媒の代表的なものをまとめた。本調製法では、 Fe^{3+} 、 Ni^{2+} 、 Co^{2+} イオンで交換した粘土鉱物を用いて種々の錯体を固定化した触媒が調製できた。この調製法では錯体の精製が必要なく、反応後は洗浄・乾燥するだけで固体触媒を簡単に作ることができる。有機金属錯体と MAO を用いた均一系触媒の場合と同様に配位子の骨格構造を変えることで、高分子量の PE から低分子量のエチレンオリゴマーまでを作り分けることができた。

Fig.12 は DAB/ Ni^{2+} -mica 触媒により得られた PE について、 ^{13}C -NMR を用いて PE ミクロ構造の解析を行った結果である。上段のチャートはエチレン単独重合体、下段はエチレン-1-ヘキセン共重合体である。先に述べたように、この Brookhart 錯体ではエチレンの均一系単独重合において、chain-walking メカニズムにより分岐を持つ PE が生成する。本固定化触媒で得られた PE の測定結果(上段)においても、分岐メチル基に由来する 1B_1 、分岐点の炭素に由来する TB_1 、および分岐点近傍の主鎖に由来する αB_1 、 βB_1 、 γB_1 の炭素が観測されたことから、メチル分岐の存在が確認できた。また、一般的な ^{13}C -NMR の測定条件では定量はできないが、本測定では十分な緩和時間をとって定量性がある程度確保できる条件で測定している。そこで PE 主鎖中にどの程度の分岐があるか算出したところ、PE 鎖1本あたり 48 個のメチル分岐の存在が確認された。これより生成した PE は短鎖分岐を持つ PE (LLDPE) であることが分かった。なお、この PE の融点は $125\text{ }^\circ\text{C}$ であり、LLDPE であることは融点の結果からも明らかである(ただし低密度といえるほど密度は下がっていないが・・・)。次に下段のチャート、すなわちエチレン-1-ヘキセン共重合体のスペクトルを見ると、先のメチル分岐に加えて、1-ヘキセン由来のブチル分岐に由来するピークが観測された。このことから本触媒は、錯体の場合と

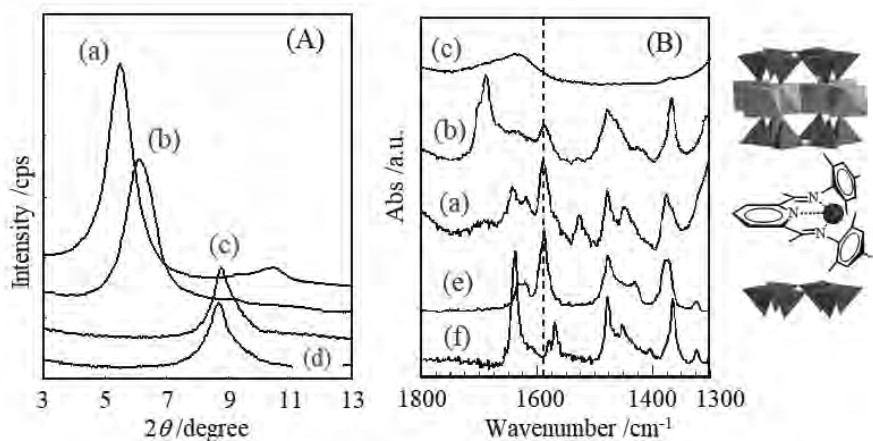


Fig.10 XRD profiles and FT-IR spectra of PBI/ Fe^{3+} -mica catalysts.

PBI/ Fe -mica catalysts prepared in (a) CH_3CN , (b) $n\text{-C}_4\text{H}_9\text{OH}$, or (c) toluene with PBI ligand and Fe^{3+} -mica.

Profile (d) was obtained by measuring Fe^{3+} -mica treated with only CH_3CN . Profiles (e) and (f) show the IR-spectra of PBI- Fe^{2+} complex and PBI ligand, respectively.

同様に、 α -オレフィンとの共重合性を有していることが分かった。また、この PE の融点はブチル分岐によりさらに低下し 120 °C であった。

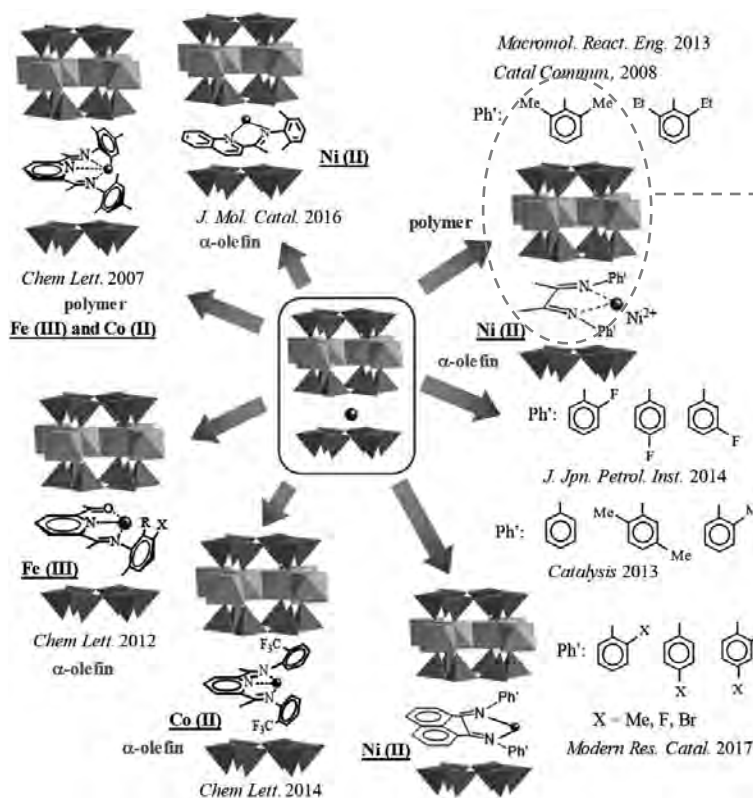


Fig.11 Typical catalysts immobilizing late transition-metal complexes into fluorotetrasilicic mica interlayer.¹⁰⁻¹⁹⁾

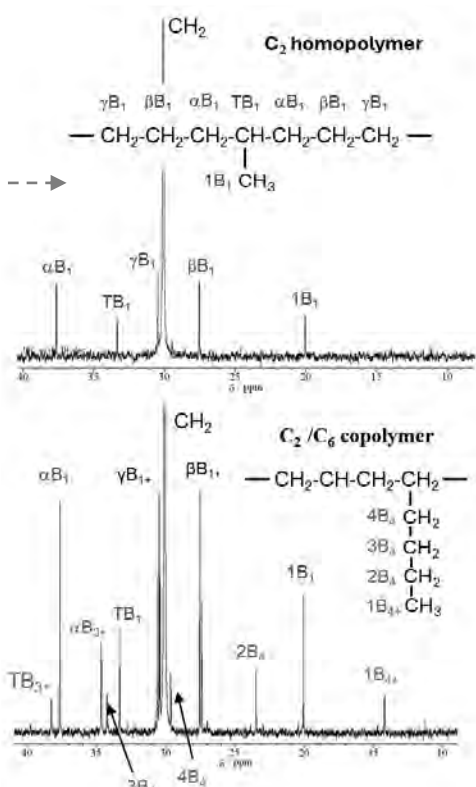


Fig.12 ¹³C-NMR spectra of PEs obtained by DAB/Ni-mica catalyst

本触媒調製法は錯体の合成と固定化を同時にできる優れた調製法であったが、配位子の合成と精製が必要であり、特に C=N 結合を持つイミン系配位子は比較的分解しやすく、精製中や粘土鉱物との反応中に分解している可能性があった。この問題をどのように解決すれば良いか思案しているときに、あるアイデアを思いついた。

配位子であるイミンの合成はケトンあるいはアルデヒドとアミンを脱水縮合して合成する。この反応は平衡反応であるため、容易に逆反応により分解する。そこで、もし生成したイミンが速やかに金属イオンに配位して安定化すれば逆反応を防げるのではないかと考えた。このアイデアを実証するために、酸触媒機能を持つ陽イオン交換モンモリロナイト(具体的には Ni²⁺イオンで交換したモンモリロナイト)とイミンの原料

(アセチルピリジンと置換アニリン)を共存させて、反応させた(Fig.13)。その結果、予想通り、系内で生成した配位子がモンモリロナイト層間にインターカレートし、錯体を形成、高活性な触媒となることがわかった。この方法では、配位子の合成と精製もスキップできることから、種々の錯体固定化触媒を容易に調製できる非常に優れた触媒調製法となった。特にこの調製法では不安定な錯体であっても精製や担持による分解を伴わずに固定化触媒とすることができる。

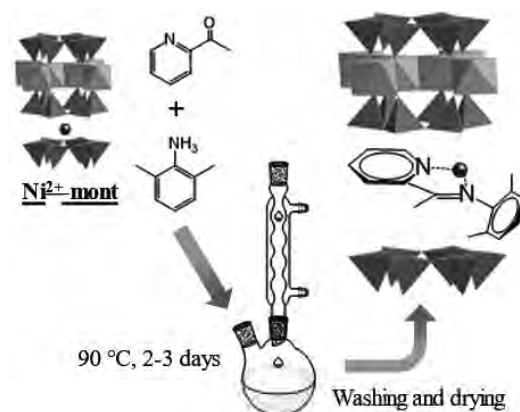


Fig.13 One-pot preparation method consisting of Ni²⁺-mont and appropriate ketone and aniline.

3-2. エチレンオリゴメリゼーション

次にこの触媒系の最も成功した例として、エチレンオリゴメリゼーションに関して説明する。エチレンオリゴマーは化学工業上重要な原料であり、 $C_4 \sim C_8$ の α -オレフィン類は LLDPE のモノマーや種々の化学品の原料に用いられている。また、 $C_{10} \sim C_{20}$ の成分は潤滑油の原料となる。近年、さらにバイオエタノールから合成されるバイオエチレンから化学原料やジェット燃料 (SAF: Sustainable Aviation Fuel) を合成する研究に注目が集まっている。ここでエチレンオリゴマーは分子量の低い PE であるから、本研究の触媒が活用できないか検討した。Fig.11 の検討では、イミン上の置換フェニル基が同じ場合、高分子量 PE を生成する触媒の序列は、Ni 系触媒 > Fe 系触媒 > Co 系触媒であった。この結果から、エチレンオリゴマーを得るには Co 系触媒が望ましいと推測された。そこで種々の置換基を持つ bis(imino)pyridine 配位子と Co^{2+} -mica より触媒を調製して、エチレン重合を行った (Fig. 14)。その結果、2- CF_3 基 (L6) を持つ触媒のみが特異的に高活性を示し、 C_4 - C_{20} オリゴマーを 98% の選択率で与えた。¹⁵⁾ 驚くべきことに、2- CH_3 基 (L1~4)、3- CF_3 基 (L7, 8) を持つ触媒は、非常に低活性であった。

Table 1 Ethylene oligomerization using L/Co²⁺-mica catalysts ^{*1}

L	L/Co	T _p /°C	Activity	Selectivity /%	
				Solid	C ₄ -C ₂₀
1	850	50	<10	-	-
2	850	50	23	0	c.a.100
3	400	50	20	0	c.a.100
4	400	50	<10	-	-
5	400	50	<10	-	-
6	400	50	800	2.0	98.0
6	400	70	553	14.7	85.3
7	850	50	<10	-	-
8	400	50	<10	-	-

^{*1} Reaction conditions: P_{C2} = 0.7 MPa, cat. = 10 mg, TEA/Co = 300.

この特異的な活性発現機構については現時点でよく分かっていないが、*o*-位置換体で特異的であることから、F 原子が中心の Co に弱く配位している可能性が考えられる。

Fig.15 には、L6/Co²⁺-mica 触媒により得られたエチレンオリゴマーの Schulz-Flory プロットの結果をまとめた。重合温度 50 および 70 °C のプロットはいずれも概ね直線となり、生成物は Schulz-Flory 分布に従っていることが分かった。一方詳細を見ると、C₁₄以降、炭素数が長くなるにつれて直線から外れる傾向が見られた。これは Table 1 に示したように、固体成分 (低分子量の PE wax) のためだと思われる。つまり、触媒上には固体成分を生成する活性点とオリゴマー成分を生成する活性点の 2 種類が存在し、反応温度を上げると、オリゴマーを生成する活性点が優先的に失活するため固体成分の選択率が高くなった (Table 1, Selectivity) ものと推測された。

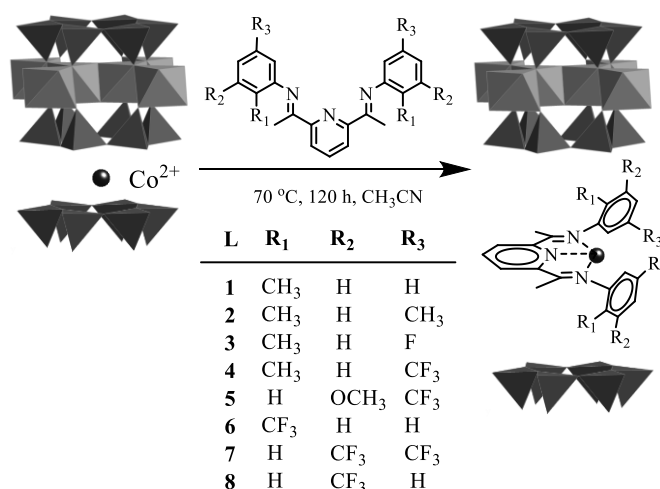


Fig. 14 Preparation of PBI/Co²⁺-mica catalysts.

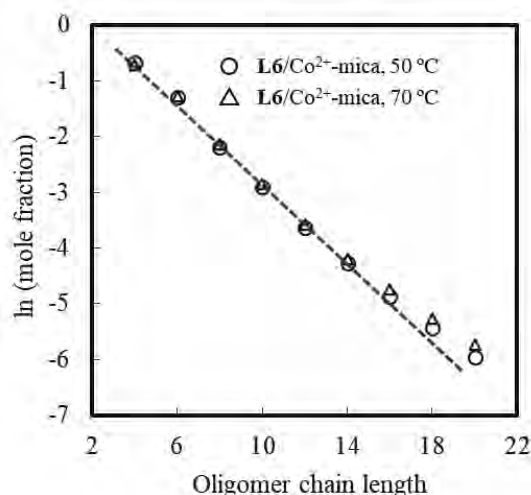


Fig.15 Schulz-Flory plot of obtained products by L6/Co²⁺-mica catalyst.

4. 異種金属錯体を層状粘土鉱物に担持した hybrid エチレン重合触媒の開発

4-1. 後周期金属錯体 × 後周期金属錯体^{20,21)}

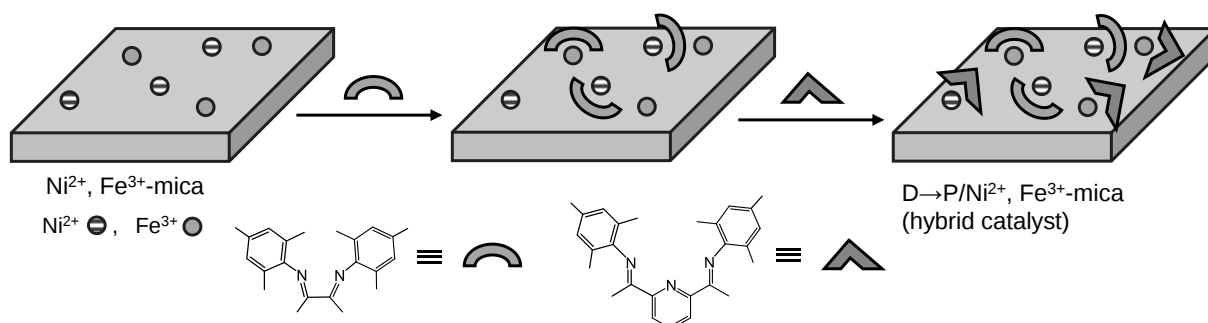


Fig.16 Preparation of hybrid ethylene polymerization catalyst

前周期から後周期遷移金属まで幅広い錯体を用いてエチレン重合触媒の開発を行ってきた。これらの触媒調製技術を駆使して、成形加工性に優れた PE 材料の創成を目指した。まず、層状粘土鉱物の層間に2種類の錯体を固定化することを試みた。2種類の錯体のうち、 Ni^{2+} 系錯体は共重合性を持つため、高分子量 PE に短鎖分岐を導入することも可能となる。まず、 Na^{2+} -mica を Fe^{3+} および Ni^{2+} イオンを含む水溶液でイオン交換した(担体の $\text{Fe}^{3+}/\text{Ni}^{2+}$ がおよそ 1 となるように溶液濃度を調整)。

この調製方法では、2 種類の配位子、PBI および DAB が Ni^{2+} と Fe^{3+} に配位するため、都合 4 種類の錯体が生成することになる。あらかじめそれぞれ単独の触媒を調製して触媒活性を調べたところ、DAB/ Fe^{3+} -mica および PBI/ Ni^{2+} -mica 触媒はこの重合条件ではほとんど活性を示さなかった。そのため実質的には、DAB/ Ni^{2+} -mica および PBI/ Fe^{3+} -mica 触媒から PE が生成することになる。

Table 2 Activity of prepared hybrid and related catalysts^{*1}

	Catalyst L/ M^{n+} -mica	Ligand PBI : DAB	Activity	T_m / $^{\circ}\text{C}$	M_n	M_w/M_n
①	PBI/ Fe^{3+} -mica	100 : 0	1,780	136	2.2	18.2
②	DAB/ Ni^{2+} -mica	0 : 1000	250	125	11.1	2.7
③	$\text{D} \rightarrow \text{P}/\text{Ni}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ -mica	50 : 500	650	136	2.7	13.9
④	$\text{D} \rightarrow \text{P}/\text{Ni}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ -mica	30 : 500	490	134	3.6	10.6
⑤	$\text{D} \rightarrow \text{P}/\text{Ni}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ -mica	50 : 1000	310	134	5.3	5.7

^{*1} $T_p = 40^{\circ}\text{C}$, $P_{C2} = 0.7 \text{ MPa}$, Activity /g-PE g-cat⁻¹ h⁻¹, TEA = 0.2 mmol.

Fig.16 に従って調製した hybrid 触媒を用いて重合した結果を Table 2 に示す。まず、4 種類の錯体のうち、活性が発現する2種類の錯体を固定化した触媒について、それぞれ単独で触媒を調製した。これは各々の触媒の活性と生成する PE の数平均分子量(M_n)、分子量分布(M_w/M_n)をあらかじめ調べておくためである。これまでの検討で予想された通り、① PBI/ Fe^{3+} -mica 触媒は相対的に高活性、低分子量、広い分子量分布を持つ PE、② DAB/ Ni^{2+} -mica 触媒は相対的に低活性、高分子量、狭い分子量分布を持つ PE を生成した。

次に hybrid 触媒③についてみると、得られた PE は①PBI/ Fe^{3+} -mica 触媒の PE に近い M_n (2.7×10^4) および M_w/M_n (13.9) を示したことから、③の触媒は①PBI/ Fe^{3+} -mica 触媒の特徴を強く反映していることがわかる。つまり、② DAB/ Ni^{2+} -mica 触媒の特性がでていない。そこで Hybrid 触媒④では、PBI 配位子の接触量を下げて hybrid 触媒を調製した。その結果、④では活性は低下したものの、得られた PE の M_n は 3.6×10^4 、 M_w/M_n は 10.5 となり、② DAB/ Ni^{2+} -mica 触媒の特徴に近づいた。さらに、配位子の接触割合を調整した hybrid 触媒⑤では、得られた PE の M_n は 5.3×10^4 、 M_w/M_n は 5.7 となり、2 種類の触媒から生成した PE の混合物であることが強く示唆された。

得られた PE について、その融点から考察すると、①PBI/ Fe^{3+} -mica 触媒から得られた PE の融点は

136 °Cであり、これは分岐を持たない HDPE 特有の融点であった。また、②DAB/Ni²⁺-mica 触媒から得られた PE は、メチル分岐を有するため 125 °Cの融点を示した。③の hybrid 触媒により得られた PE の融点は①から得られた値とほとんど同じであったが、④および⑤の触媒から得られた PE では、わずかな融点の低下が観測された ($\Delta T = 2\text{ }^{\circ}\text{C}$)。Hybrid 触媒より得られた⑤の PE では、 M_n や M_w/M_n から 2 種類の PE の混合物であることが強く示唆されたが、DSC による融点測定ではその違いはわずかであった。一般に 2 種類の PE を混合して融点を測定すると、それぞれの PE に特有の融点が観測されるが、分子レベルでよく混合された PE では、熔融状態から結晶化する際に 2 種類の成分が混じり合った結晶を生成するため、結晶化度の高い PE の融点の影響を強く受けた単一のピークとして観測される。²⁰⁾ その結果、Hybrid 触媒から得られた PE では、結晶化しやすい①Fe 錯体から生成した PE の特徴を反映した単一の融解ピークを示す PE が生成したと考えられる。なお、融点がやや低いのは、Ni 錯体由来の PE の影響で結晶が不完全であるためと予想される。

次に①、②および⑤の触媒から得られた PE について GPC 測定を行った (Fig. 17)。破線 (A)、(B)は、それぞれ単独の触媒から得られた PE の GPC 曲線である。(C) 実線は hybrid 触媒から得られた PE の GPC 曲線、(D) 太線は破線二つの GPC 曲線に任意の係数をかけてからコンボリューションして作成した GPC 曲線である。(C)と(D)の曲線がよく一致していることから、hybrid 触媒により得られた PE は 2 種類の触媒から生成した PE の混合物であることがわかる。このとき、(A)および(B)に掛け合わせた任意の値はそれぞれの成分の存在割合に等しいことから、その値を求めると、(A)が 64 %、(B)が 36 %であった。

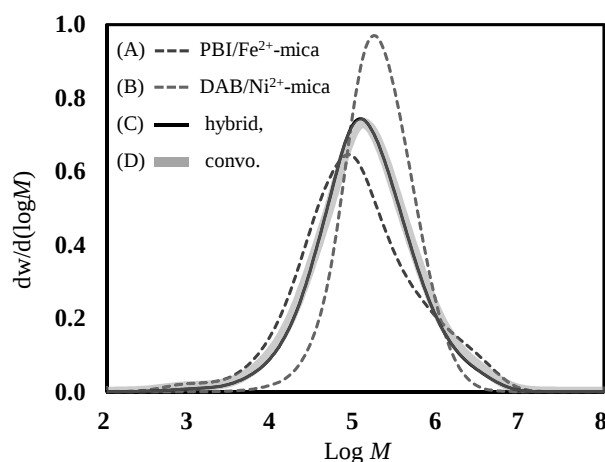


Fig. 17 GPC profiles of PEs obtained by hybrid and related catalysts

4-2. 後周期金属錯体 × 前周期金属錯体²²⁾

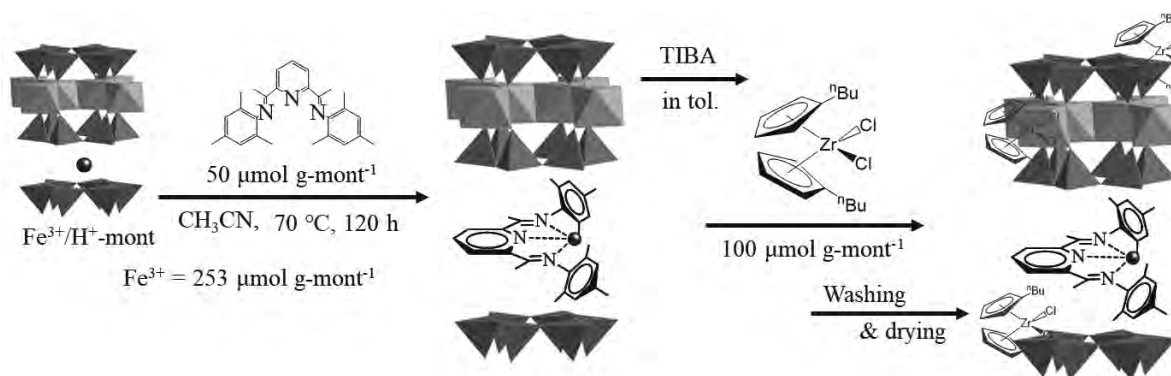


Fig.18 Preparation scheme of PBI/BCZ/Fe³⁺-H+mонт hybrid catalysts.

4-1 では PBI/Fe³⁺-mica と DAB/Ni²⁺-mica を hybrid 化した触媒を調製してエチレン重合を行い、2 種類の錯体の働きにより目的とした分子量分布の広い PE を合成することができた。次に PBI/Fe³⁺-mica に、より共重合性の高い 4 族メタロセン錯体 (ⁿBuCp)₂ZrCl₂ (BCZ) を組み合わせた hybrid 触媒の創成を目指して触媒を調製した (Fig.18)。このとき、4 族メタロセン錯体を効率よく担持

するためには、比表面積の大きい酸処理モンモリロナイト(H^+ mont)を用いることが有効であるため、まず日本粘土学会から入手したモンモリロナイト標準試料(JCSS-3101)を 3M 硫酸中で酸処理した。得られた H^+ -mont を硝酸鉄水溶液中でイオン交換して Fe^{3+} - H^+ mont を調製した。200 °Cでの減圧乾燥後、得られた Fe^{3+} - H^+ mont を CH_3CN 中、PBI 配位子と接触させて PBI/Fe^{3+} - H^+ mont 触媒を調製した (Fig.18)。次に PBI/Fe^{3+} - H^+ mont を TIBA トルエン溶液中で処理、さらに洗浄後、BCZ 錯体のトルエン溶液を加えてメタロセン錯体を担持させた。

Table 3 Activity of prepared hybrid and related catalysts^{*1}

Catalyst	PBI / Fe^{3+}	BCZ Loadin g	1-hexene /mol L ⁻¹	Yield /g	T_m /°C	M_n /10 ⁴	M_w/M_n
⑥ BCZ / Fe^{3+} - H^+ mont	-	33.7	0 0.80	1.56 1.36	136 123	12.6 4.3	2.2 2.2
⑦ PBI / Fe^{3+} - H^+ mont	50	-	0 0.80	0.969 0.589	137 136	4.6 3.8	8.8 6.7
⑧ BCZ/PBI / Fe^{3+} - H^+ mont	50	38.4	0 0.80	1.09 0.832	136 133	7.3 4.7	5.8 6.2

^{*1} $T_p = 50$ °C, $P_{C_2} = 0.7$ MPa, cat loading = 4.0 mg, sol. (n-hexane) = 50 ml, Time = 1 h, PBI/Fe^{3+} = contact ratio in preparation, BCZ loading = amount of supported BCZ determined by XRF.

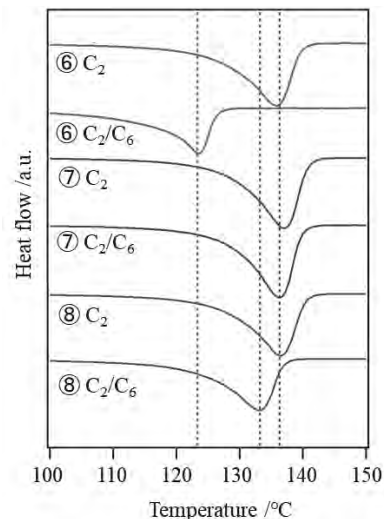


Fig.19 DSC profiles of formed

Table 3 には得られた hybrid 触媒を用いてエチレン重合を行った結果をまとめた。まず、 Fe^{3+} - H^+ mont に BCZ 錯体を担持した触媒⑥BCZ/ Fe^{3+} - H^+ mont では、エチレン単重合 (C_2) において高分子量 ($M_n = 12.6 \times 10^4$) で分子量分布の狭い ($M_w/M_n = 2.2$) メタロセン触媒特有の PE を生成した。また、エチレン/1-ヘキセン共重合 (C_2/C_6) では、得られた PE の融点が 123 °Cに低下すると共に (Fig.19), 分子量が大幅に低下した。しかしこの場合でも分子量分布は狭く、単重合の場合と同様にメタロセン触媒特有の PE であった。

次に Fe^{3+} - H^+ mont に PBI 錯体を担持した⑦ PBI/Fe^{3+} - H^+ mont 触媒では、 C_2 および C_2/C_6 共重合共に分子量分布の広い (6.7~8.8), 低分子量 ($3.8 \sim 4.6 \times 10^4$) の PE を与えた。この触媒では C_2/C_6 共重合において融点の変化がほとんど見られないことから、共重合性を持たない触媒であることがわかる。

さらに hybrid 触媒の結果⑧を見ると、 C_2 単重合の場合には、得られた PE の分子量 (7.3×10^4) および分子量分布 ($M_w/M_n = 5.8$) は、いずれも触媒⑥および⑦から得られた PE の間であることから、hybrid 触媒により得られた PE であると推定された。一方で共重合では、それぞれの PE の分子量が近いために判断が難しいが、hybrid 触媒を用いて共重合により得られた PE の融点は、単重合のそれと比べてやや低下している (136→133 °C) ことから、hybrid 触媒として機能しているものと推定された。

そこで⑥および⑦の触媒より得られた PE の分子量分布曲線をコンボリューションすることで、⑧ hybrid 触媒により得られた PE の分子量分布曲線と比較した。まず、それぞれ単独の触媒から得られ

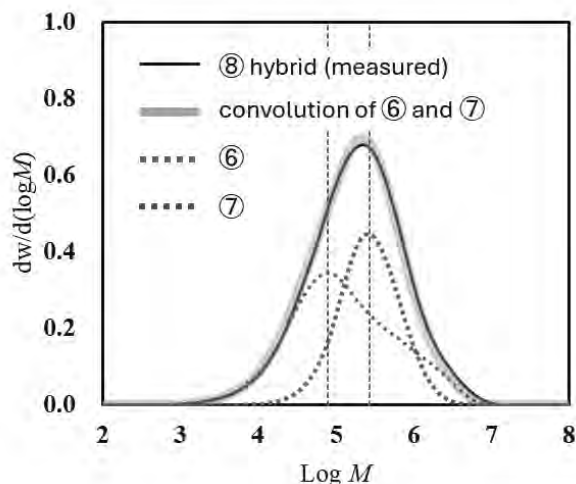


Fig.20 GPC profiles of PEs obtained by hybrid and related catalysts.

た PE の GPC 曲線に任意の値をかけて重ね合わせても, hybrid 触媒より得られた GPC 曲線を再現できなかった. 種々解析を行った結果, BCZ 錯体より生成した PE の GPC 曲線が単独触媒よりも高分子量側にシフトしていることが分かった. そこで⑥の曲線について分布の形状を保ったまま高分子量方向にシフトさせてから⑦とコンボリユーションさせると, ⑧ hybrid 触媒から得られた PE の曲線とよく一致した (Fig.20). これは BCZ 錯体を Fe 錯体と hybrid 化することで, BCZ 錯体由来の PE が高分子量化したことを意味している. このときの M_n を比較すると, BCZ/Fe³⁺-H⁺mont では 12.6×10^4 であったものが, hybrid 触媒から得られた PE の GPC 曲線をデコンボリユーションして得られた BCZ 由来の PE の GPC 曲線では, 17.8×10^4 に変化していた. この理由についてはまだよく分かっておらず, 原因究明を進めているところである.

5. おわりに

ライフワークとして, 層状粘土鉱物をベースにした触媒の開発を行った. オリジナル触媒 (当研究室では層間固定化触媒と呼んでいる) を開発できたこと, オリジナルな触媒をベースとして本研究の発端となった成形加工性に優れた PE を製造可能な触媒を創成できたこと, これらは研究者として概ね満足できる成果であった. 一方でマイクロプラスチックによる環境汚染が問題となっている今, 高分子材料のあり方を変える必要がある. 特に one way の使い捨て文化は早急に変えていく必要がある. PE は最も構造が単純な高分子であるが, 分子構造を制御することで型物からシート, フィルム, ゴムまで幅広い材料を製造できる優れた高分子である. これからは環境負荷に配慮しながらその特性を活かした用途に活用すべきと思われる.

6. 謝辞

まず, このような執筆機会を与えていただいた科学分析支援センタースタッフの皆さんに大変感謝いたします. 私の研究はセンターの共用機器なしには推進できませんでした. また, 私の居場所がないとき, センター専任の助教授として受け入れていただき, 4 年間でしたがセンターの皆さんと一緒に仕事ことができました. センターで装置を動かしているときは, 最も幸せな時間でした.

埼玉大学着任後から長きにわたりご指導いただいた三浦弘, 埼玉大学名誉教授に心から感謝いたします. 当初, 研究費が取れない中でも自由に研究させていただきました. カザフスタン出張にお供させていただき, 大変良い思い出になりました. おかげさまで教員生活を満喫できました.

名前を挙げられないほど多くの学生さんがこの一連の研究を担当してくれました. 私のライフワークであり, 思い入れが強かったことから厳しく指導しましたが, その中でたくさんの成果を上げてくれました. 研究を推進してくれた学生諸君に, この場を借りて深く感謝いたします.

8 年間でしたが一緒に研究活動していただいた荻原仁志教授に感謝いたします. その素晴らしい能力で埼玉大学のプレゼンス向上に貢献してください. また, 教育・研究活動を通して産業界に優秀な人材を輩出してほしい.

最後に山本和弘様をはじめとした日本ポリケム (株) の皆さんには長きにわたり大変お世話になりました. この研究をライフワークとして最後まで続けられたのは, 資金的援助はもちろんのこと, ポリマー分析などでも多大なご支援をいただいたおかげです. この場を借りて厚くお礼申し上げます.

引用文献

- 1) 石油化学工業協会 HP (<https://www.jpca.or.jp/statistics/annual/gousei.html>) 統計資料
- 2) H. Sinn, W. Kaminsky, H.-J. Vollmer, E. Woldt, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **19**, 390, 1980.
- 3) 菅, 鈴木, 菅野, 田谷野, 清水, 高分子論文集, **59**, No.4, 178 (2002).

- 4) 松浦一雄, 三上尚孝 編著, ポリエチレン技術読本, 工業調査会, 2001.7.
- 5) 菊池翔, 平成 24 年度 修士論文.
- 6) L.K. Johnson, C.M. Killian, M. Brookhart, *J. Am. Chem. Soc.*, **117**, 6414-6415, 1995.
- 7) G.P.J. Britovsek, V.C. Gibson, B.S. Kimberley, P.J. Maddox, S.J. McTavish, G.A. Solan, A.J.P. White, D.J. Williams, *Chem. Commun.*, 849, **1998**.
- 8) B.L. Small, M. Brookhart, A.M. Bennett, *J. Am. Chem. Soc.*, **120**, 4049, 1998.
- 9) M. Peuckert, W. Keim, *Organometallics*, **2**, 594, 1983.
- 10) H. Kurokawa, M. Matsuda, K. Fujii, Y. Ishihama, T. Sakuragi, M. Ohshima, H. Miura, *Chem. Lett.*, **36**, 1004-1005, 2007.
- 11) K. Fujii, Y. Ishihama, T. Sakuragi, M. Ohshima, H. Kurokawa, H. Miura, *Catal. Commun.*, **10**, 183-186, 2008.
- 12) T. Kondo, K. Yamamoto, T. Sakuragi, H. Kurokawa, H. Miura, *Chem. Lett.*, **41**, 461-463, 2012.
- 13) H. Kurokawa, Y. Nakazato, S. Tahara, T. Katakura, Y. Ishihama, T. Sakuragi, H. Miura, *Macromol. React. Eng.*, **7**, 125-134, 2013.
- 14) H. Kurokawa, K. Miura, K. Yamamoto, T. Sakuragi, T. Sugiyama, M. Ohshima, H. Miura, *Catalysts*, **3**, 125-136, 2013.
- 15) H. Kurokawa, S. Ishikawa, K. Yamamoto, T. Sakuragi, M. Ohshima, H. Miura, *Chem. Lett.*, **43**, 1365-1367, 2014.
- 16) H. Kurokawa, M. Hayasaka, K. Yamamoto, T. Sakuragi, M. Ohshima, H. Miura, *Catal. Commun.*, **47**, 13-17, 2014.
- 17) H. Kurokawa, R. Ogawa, K. Yamamoto, T. Sakuragi, M. Ohshima, H. Miura, *J. Jpn. Petrol. Inst.*, **57**, 146-154, 2014.
- 18) H. Yamanaka, K. Yamamoto, T. Sakuragi, M. Ohshima, S. Nagashima, H. Kurokawaa, H. Miura, *J. Molec. Catal. A: Chem.*, **429**, 275-282, 2016.
- 19) M. Y.-Hirahara, S. Fujiwara, H. Kurokawa, *Modern Research in Catalysis*, **06**, 100-120, 2017.
- 20) 工藤, 平原, 荻原, 黒川, 高分子論文集, **75**, 557-563, 2018.
- 21) 成田, 山本, 平原, 荻原, 黒川, 第 50 回石油・石油化学討論会, 1B08, 2020.
- 22) 田中, 成田, 山本, 平原, 荻原, 黒川, 第 26 回 JPIJS ポスターセッション, P14. 2022.

中性子検出用酸化物シンチレータ材料の結晶育成と光学特性評価

Synthesis, crystal growth and evaluation of Li-containing silicate scintillator

理工学研究科 物質科学部門 小玉 翔平

Graduate School of Science and Engineering

KODAMA Shohei

Abstract

Novel inorganic neutron scintillators with high heat durability and chemical stability are required to replace ^3He gas detectors. Several inorganic materials, such as $\text{Eu}:\text{LiCaAlF}_6$ and $\text{Ce}:\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6$, have already been developed; however, the chemical stability of such fluoride or chloride compounds is low, which limits their use. Our group has studied Li-containing silicate phosphors. In this report, the synthesis, crystal growth by the flux method, and luminescent properties of lanthanide ion-doped $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ are discussed. Eu, Sm and Yb doped $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ specimens were synthesized in a deoxidized atmosphere, and $\text{Eu}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ exhibited the highest luminescent intensity. Non-doped $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$, $\text{Ce}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$, and $\text{Eu}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ single-crystalline specimens were successfully obtained using a LiF-LiCl eutectic flux. In addition, as a further material exploration, the results of the thermal analysis for $\text{Li}_2\text{SrSiO}_4$ and Li_2MoO_4 are indicated in the latter part of this report.

1. 緒言

近年、様々な分野で中性子線の利用が拡大している。その一方で、中性子線検出器として利用できる ^3He ガスの生産量が激減し、価格が高騰していることから、 ^3He ガスを代替する中性子検出器の開発が盛んにおこなわれている。著者は新たな中性子シンチレータを開発するべく、熱中性子が ^6Li とよく相互作用することを活かし、シンチレータとして利用できる Li 含有酸化物蛍光体の探索、およびその単結晶育成に取り組んでいる。

2. 中性子線の利用

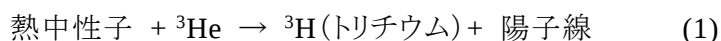
中性子線は、高いエネルギーを持った中性子そのものである。中性子線は、元素を構成する原子核とのみ「弾性散乱」することで自身の持つエネルギーを物質に与える。中性子線と同等の質量をもつ水素原子核に対しては大きなエネルギーを与え、水素原子核を弾き飛ばす。一方で、重元素の原子核に対してはほぼエネルギーを与えず、中性子線自身が反跳・散乱する。反跳・散乱した中性子線を検出することで、どれくらいの重さの原子核によって跳ね返されたのかを推測することができる。

このような性質を利用して、中性子線は様々な分野で活用されている。例えばセキュリティ分野では、中性子線は水素とよく相互作用する、すなわち水でよく遮蔽される性質を活かし、液状危険物用の探知機として米国国境地域などで稼働している。また、学問分野では、中性子線回折による物質の結晶構造解析が有名である。

3. 中性子線の検出

中性子線にはエネルギーによっていくつか分類がある。エネルギーの低い「熱中性子」では、「捕獲」も重要な相互作用となる。捕獲とは中性子線が相手の原子核に取り込まれる反応である。熱中性子が特定の同位体原子核に捕獲された場合には、原子核が分裂することによって放射線が発生する。この放射線を利用することで、中性子線の検出が可能となる。以下では、熱中性子の捕獲を活かした中性子線検出について説明する。

熱中性子を捕獲することで放射線を発する代表的な同位体には、 ^3He 、 ^6Li 、 ^{10}B などがあり、それぞれ以下の原子核反応によって熱中性子を捕獲し、陽子線やアルファ線といった放射線を発する¹⁾。



^3He 、 ^6Li 、 ^{10}B の中では ^3He がもっとも捕獲を起こす確率が高いが、近年は世界的にヘリウムの生産量が減少しており、価格も高騰していることから、 ^3He ガスを代替する中性子検出器が求められている。われわれは ^6Li による熱中性子捕獲に着目し、Li 含有中性子シンチレータの開発を行っている。

4. 中性子シンチレータ

シンチレータとは、放射線のエネルギーを吸収し、発光する材料の総称である。中性子シンチレータとしては、水素との相互作用のしやすさを生かした有機単結晶およびプラスチックシンチレータがよく使われる。また、Li や B を含んだ無機ガラスもシンチレータとして有用であり、上記のいずれも、有名な商用品が流通している。しかし、有機単結晶・プラスチック・ガラスには耐熱性が悪いという欠点があり、原子炉内部などの高温・過酷環境での使用が制限されることが課題となっている。

耐熱性の観点では、無機単結晶が適している。これまで、Li 含有無機単結晶として Eu:LiCaAlF_6 や $\text{Ce:Cs}_2\text{LiYCl}_6$ などが高性能シンチレータとして報告されており、商用化されているものもある^[1, 2]。これらは融点が高いものの、フッ化物・塩化物は化学的安定性に不安がある。高温かついかなる環境でも安定して使用できる材料としては酸化物が望ましい。まだ Li 含有酸化物では商用に資する材料が見つかっておらず、国内外問わず、盛んに材料開発が行われている。

5. Li 含有シリケートへの着目

Li 含有酸化物として、われわれはシリケート系酸化物に注目した。シリケートとは Si を含む酸化物の総称であり、膨大な数の化合物が報告されている。シリケート系酸化物で、Li を含有しており、化学的に安定であり、耐熱性(すなわち融点)が高いという条件から、本研究ではスタナイト型結晶構造(図1)を持つ $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ を候補材料として見出した²⁾。融点(約 1050°C)・構造相転移点(約 950°C)を考慮すると、 $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ は有機単結晶・プラスチック・ガラスに対し最大 10 倍近い高温まで耐えることができる。

$\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ は発光しないため、発光中心のドーピングが必要である。これまでに、 Ce^{3+} や Eu^{2+} をドーブした蛍光体の先行報告がなされている^[4, 5]。本研究では、

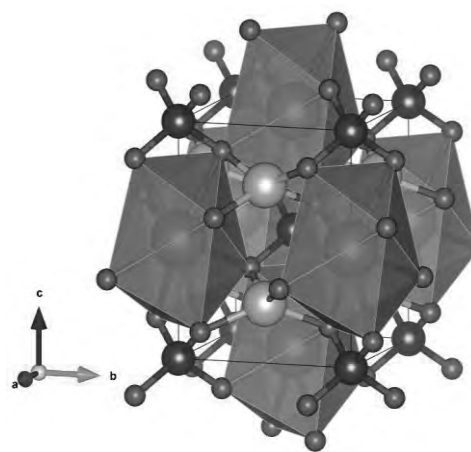


図1. $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ の結晶構造

¹⁾ 原子核反応で発生する ^3H や ^7Li も高いエネルギーを持っており、放射線の一種である「粒子線」としてふるまう。

²⁾ 結晶構造は VESTA^[3]を用いて描画した。

まず最適な発光中心を特定するため、 Ce^{3+} と Eu^{2+} に加え、 Sm^{3+} や Yb^{3+} をドーブした $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ を合成し、発光特性を評価した。

6. 発光中心ドーブ $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ の発光特性

酸化物中では、Eu, Sm, Yb はすべて 3 価のイオンが安定であるため、本研究ではフェロシリコンに包埋して脱酸素焼成し、 Eu^{2+} , Sm^{2+} , Yb^{2+} の発光の発現を目指した。Sm は全く還元されなかったものの、Eu と Yb では還元されている様子が得られた。本研究で得られた $\text{Eu}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ と $\text{Yb}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ のフォトルミネッセンス励起－発光スペクトルを図2に、科学分析支援センターの小型蛍光寿命測定装置 (Quantaurs-Tau)を用いて測定したフォトルミネッセンス蛍光寿命カーブを図3に示す。いずれもマイクロ秒オーダーの遅い蛍光寿命だった^[6]。合成された試料の中では $\text{Eu}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ がもっとも高い光量を示した。

7. 発光中心ドーブ $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ の結晶育成

先行研究で報告のあった $\text{Ce}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ と $\text{Eu}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ の二種類について、放射線を照射した際の応答特性 (シンチレーション特性) を評価するため、フラックス法により単結晶を育成した。フラックス法とは、結晶化させたい溶質を溶媒に溶かし、徐冷することで、冷却による過飽和を駆動力として溶質の単結晶を得る方法である。本研究では、発光中心をドーブしない $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ 、ドーブした $\text{Ce}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ および $\text{Eu}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ を溶質、 $\text{LiF} \cdot \text{LiCl}$ 共晶体を溶媒とし、結晶育成を行った。

結晶育成ののち、単結晶部分を切り出し、研磨を行うことで、図4のような単結晶試験片を得た^[7]。いずれも結晶育成には 10 日間を要した。小型ではあるが、シンチレーション特性評価には十分なサイズである。



図4. 左から $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$, $\text{Ce}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$, $\text{Eu}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ の単結晶試料

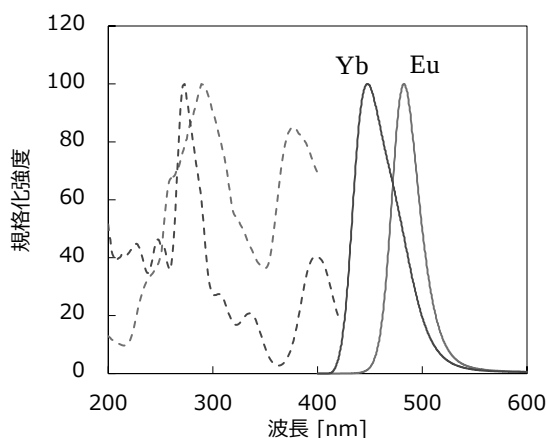


図2. $\text{Eu}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ と $\text{Yb}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ の励起－発光スペクトル

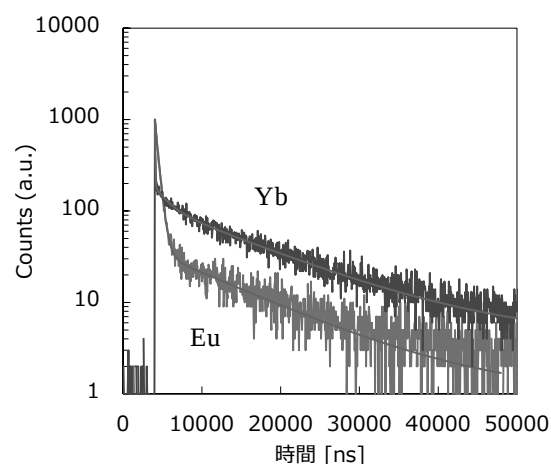


図3. $\text{Eu}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ と $\text{Yb}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ の蛍光寿命カーブ

8. $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ 類似物質における新規シンチレータ候補材料の探索

$\text{Ce}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ や $\text{Eu}:\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ の結晶育成を行いながら、次なる候補材料の探索も行っている。ここでは、 $\text{Li}_2\text{SrSiO}_4$ に関する取り組みを紹介する。 $\text{Li}_2\text{SrSiO}_4$ は、構造相転移点 (有無含む) がよくわかっていないが、約 1200°C 程度と高い融点を有しており、 $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$ と同様に耐熱性に優れた物質である。

と期待できる。Li₂SrSiO₄ に対するフラックスとしては Li₂MoO₄ を選択し、Li₂SrSiO₄ と Li₂MoO₄ をどのような比率で混合すべきか、混合物を何度まで加熱すべきかを調査するため、科学分析支援センターの示差熱重量測定装置 (STA2500) を使用し、熱分析を行った。

熱分析の結果のうち、示差熱 (DTA) カーブを図5に示す。Li₂MoO₄ の融点は約 700℃であり、それ以外の吸熱・発熱ピークから、Li₂SrSiO₄ の構造相転移点や、Li₂SrSiO₄・Li₂MoO₄ 混合物の溶解温度と思しき情報を得ることができた。今後は他のフラックス材料との組み合わせも調査しながら、引き続き科学分析支援センターにて、走査型電子顕微鏡による溶融凝固試料の観察や、高温 X 線回折による構造相転移点の特定および結晶構造解析を通し、Li₂SrSiO₄ の結晶育成に最適な条件を探索し、既存材料を凌駕する性能を持つ中性子シンチレータの開発を目指す。

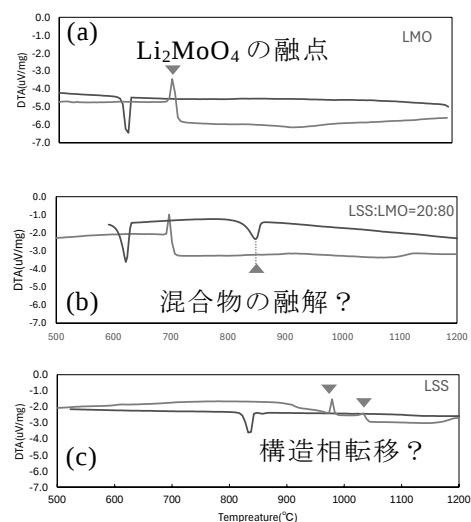


図5. DTA カーブ

(a) Li₂MoO₄ のみ, (b) Li₂SrSiO₄ と Li₂MoO₄ の混合物, (c) Li₂SrSiO₄ のみ

参考文献

- [1] K. Watanabe, T. Yanagida, K. Fukuda, A. Koike, T. Aoki, and A. Uritani, “Portable Neutron Detector Using Ce:LiCaAlF₆ Scintillator,” *Sensors and Materials*, vol. 27, no. 3, pp. 269-275, 2015.
- [2] T. G. Jin, S. W. Hao, Y. F. Shang, Z. T. Lei, and C. H. Yang, “Recent Trends in Elpasolite Single Crystal Scintillators for Radiation Detection,” *Crystals*, vol. 12, no. 7, pp. 16, Jul, 2022.
- [3] K. Momma, and F. Izumi, “VESTA 3 for three-dimensional visualization of crystal, volumetric and morphology data,” *Journal of Applied Crystallography*, vol. 44, no. 6, pp. 1272-1276, 2011.
- [4] L. Pierron, A. Kahn-Harari, B. Viana, P. Dorenbos, and C. W. E. van Eijk, “X-ray excited luminescence of Ce:Li₂CaSiO₄, Ce:CaBPO₅ and Ce:LiCaPO₄,” *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, vol. 64, no. 9, pp. 1743-1747, 2003/09/01/, 2003.
- [5] J. Liu, J. Sun, and C. Shi, “A new luminescent material: Li₂CaSiO₄:Eu²⁺,” *Materials Letters*, vol. 60, no. 23, pp. 2830-2833, 2006/10/01/, 2006.
- [6] S. Kodama, T. Saito, I. Yanase, and H. Takeda, “Synthesis and photoluminescence properties of divalent rare-earth-doped Li₂CaSiO₄,” *Journal of the Ceramic Society of Japan*, vol. 131, no. 7, pp. 258-262, 2023-07-01, 2023.
- [7] S. Kodama, T. Nishii, M. Sodenno, Y. Urano, S. Kurosawa, I. Yanase, and H. Takeda, “Flux growth and evaluation of optical properties of Ce doped Li₂CaSiO₄ as a candidate for noble neutron scintillator,” *Journal of the Ceramic Society of Japan*, vol. 132, no. 7, pp. 369-374, 2024-07-01, 2024.

超高分解能走査型分析電子顕微鏡

科学分析支援センター 徳永 誠

走査型電子顕微鏡(SEM)は、主に固体材料表面の微細構造を観察するための装置であり、最近ではナノメートルオーダーでの表面観察が求められるようになってきている。本装置は、これらの要求に応えられる性能を有し、また、エネルギー分散型X線(EDX)検出器を組み合わせることにより、同時にX線元素分析も可能な微小領域複合分析装置として、令和4年度の学長裁量経費により設置された装置である。

1. 超高分解能走査型電子顕微鏡

今回導入された超高分解能SEMは、日立ハイテク製 Regulus 8220 である。振動の影響を抑制するために除震台上に設置されている。試料ステージは全自動五軸(X, Y, Z, T, R)モーター制御式で、試料交換室を備えており、試料室内へ混入するコンタミネーションの低減と迅速な試料交換が可能となっている。

電子銃には冷陰極電界放出型電子銃(Cold Field- Emission Electron Gun (FEG))が用いられている。Cold FEGは輝度が高く、放出電子のエネルギー幅が狭いことから、高分解能観察用に適している。

対物レンズには、セミンレンズ型が採用されている。セミンレンズ型対物レンズは、大型試料の観察と高分解能観察を両立させたレンズである。

○ 検出器

本装置では対物レンズの上下に合計3つの標準検出器と1つのオプション検出器を搭載している。標準検出器のうち、試料室内(レンズよりも下方)に配置された検出器がLower(L)検出器、レンズ直上に配置された検出器がUpper(U)検出器、U検出器よりもさらに上方に配置された検出器がTop(T)検出器である。これらの検出器は二次電子(Secondary Electron, SE)及び反射電子(Backscattered Electron, BSE)信号を検出するため便宜的にSE検出器と呼ばれている。残る1つのオプション検出器は、対物レンズ直下に配置される半導体型反射電子検出器(Photo Diode BSE Detector, PD-BSED)である。

L検出器は、試料から浅い角度で散乱したBSEの検出が主体であり、エッジコントラストの少ない凹凸感の豊かな像が得られ、帯電しやすい試料の観察に適している。

U検出器は、SEと低-中角度散乱反射電子(Low-Angle Backscattered Electron, LA-BSE)を検出する。SEは空間分解能が高く、高分解能な表面情報に優れているため最も一般的に観察に用いられる信号で

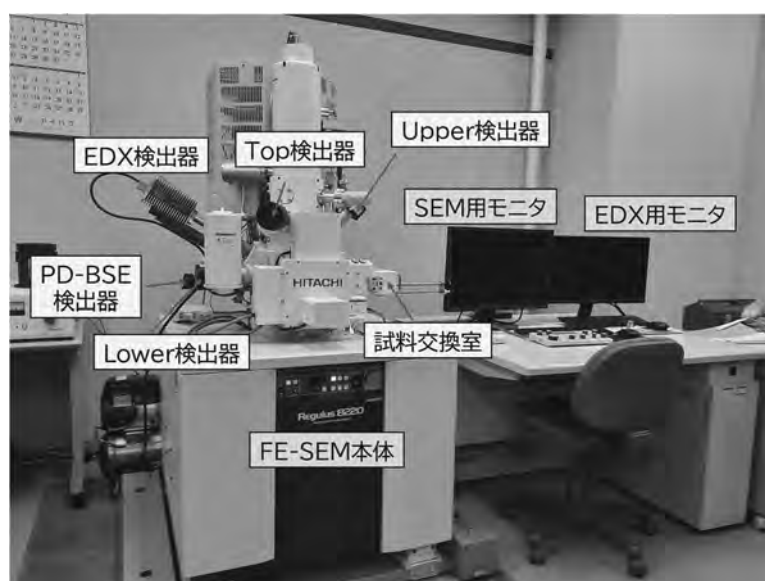


図1 Regulus 8220の装置構成

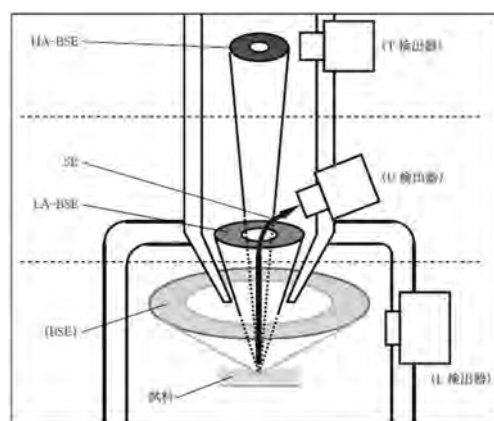


図2 検出器の配置と検出信号

あるが、チャージアップの影響を受けやすいという性質がある。一方LA-BSEは、空間分解能はSEに劣るものの、組成情報や内部情報が得られ、チャージアップの影響が小さいという性質を持っている。本装置は、このSEとLA-BSEの信号比率を可変し、加算させることができる信号選択機能を有しており、観察するサンプルに最適な、チャージアップを抑えた高コントラストな画像を得ることができる。

T検出器は、広角度散乱反射電子 (High-Angle Backscattered Electron. HA-BSE) を検出する。HA-BSEは試料の組成(原子番号効果)の情報が多く、試料表面形状の情報が少ない特徴があり、LA-BSEよりも組成情報を反映した画像が得られる。本装置にはオプションのTop Filterが搭載されており、試料組成に起因するコントラストの鮮明な可視化が可能となっている。

PD-BSEDは、使用時のみ対物レンズ直下に挿入する、抜き差し型の検出器であり、円形ドーナツ型の4分割素子とその脇に付属する素子の4+1構造となっている。各素子は独立して信号の選択が可能であり、その組み合わせにより標準検出器よりもさらに組成コントラストやチャネリングコントラストを良好に捉えることができ、マイクロ組織構造の観察に適した検出器となっている。

○ リターディング機能

低加速電圧での観察には、次のような利点が挙げられる。

- ・ 試料内部での入射電子の散乱が少ないため、試料表面由来の情報が増加し、表面のみの観察が可能
- ・ 入射電子数≒二次電子数となるような条件ではチャージアップが抑制され、絶縁物の無蒸着観察が可能
- ・ 有機物のようなビームダメージに弱い材料へのダメージの軽減

本装置では、この低加速電圧での分解能をさらに向上させる機能として、リターディング機能を搭載している。リターディング機能は、最終的に試料に照射したい加速電圧(照射電圧と呼ぶ)よりも高い加速電圧を入射させ、試料に負電圧を印加して、試料直前で電子線のエネルギーを減速させて照射する機能である。これにより、次のような効果が得られる。

- ・ 分解能のさらなる向上 (1.4nm → 0.7nm (照射電圧1kV, WD=1.5mm, 倍率20万倍))
- ・ 通常のCold FEGでは困難な極低照射電圧(10~500V)による極表面観察
- ・ ビームダメージのさらなる低減

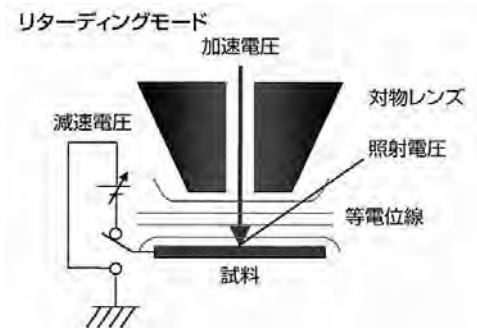


図3 リターディング機能

2. エネルギー分散型X線検出器

EDX検出器は、SEM観察時に試料より発生する特性X線を検出し、得られるエネルギー分布から試料の構成元素を調べる装置である。

今回Regulus 8220と共に導入されたEDX検出器は、Bruker製 XFlash 6|100である。XFlash 6|100はエネルギー分解能が129eV (Mn-K α)と高分解能なうえに検出器の有効素子面積が100mm²と大口径であり、X線分析には不利と言われるCold FEGとの組み合わせに有効な高感度タイプの検出器である。

測定・解析用ソフトウェアには以下の機能を備えている。

- ・ SEMイメージの取り込み
- ・ スペクトル測定(定性分析)
- ・ 定量分析(スタンダードあり, なし)
- ・ デジタル画像処理
- ・ 多点分析
- ・ ライン分析(定性, 定量)
- ・ 全元素X線マッピング
- ・ 定量X線マッピング
- ・ ハイパーマッピング
- ・ ドリフト補正
- ・ 相分析

ソフトウェア起動後は、SEM制御用PCとマウス、キーボードが共有され、SEMの観察条件(加速電圧、倍率、ワーキングディスタンスなど)が自動でソフトウェアに登録されるなど、統合された一つのシステムとして作動し、極めて操作性に優れたシステムとなっている。

実験系廃液回収・環境分析の活動報告

科学分析支援センター 新美 智久

科学分析支援センターでは、実験系廃棄物の回収・外部処理依頼および構内排水の水質検査を実施しています。2023 年度の実験系廃液回収・環境分析関連の活動状況や廃液の回収量、構内排水の分析結果について報告します。

2023 年度の活動状況としては、実験廃棄物を毎月回収しています。また、最終放流口の排水分析を pH については毎日、揮発性有機化合物と無機化合物については毎週測定しています。さらに環境分析ニュースレターを毎月発行し、実験廃棄物の回収量や構内排水の分析結果及び廃液回収での注意などを周知しています。薬品管理システムの使用法や実験廃棄物の出し方を説明する「実験廃液搬出方法および薬品管理システム使用方法説明会」はオンライン形式で行いました。埼玉大学が加入している大学等環境安全協議会の総会や研修会・セミナー等へはオンラインで参加しました。主な活動内容は表 1 を参照ください。

表 1 2023 年度の実験系廃液回収・環境分析関連の活動内容

項目		実施日
工学部応用化学科 ガイダンス『応用化学実験Ⅰ および 応用化学実験Ⅲ』		4/13
実験廃液搬出方法および薬品管理システム使用方法説明会	212 名	オンデマンド
下水道最終放流口の水質分析 ※	pH, 水温	毎日
	有害金属類	月 4 回
	揮発性有機化合物	月 4 回
さいたま市建設局下水道部下水道維持管理課への報告		毎月
実験廃液・廃棄物等の回収		毎月
環境分析ニュースレター発行 実験廃液・廃棄物等の回収状況 及び 学内排水の水質分析結果を報告		毎月

※本センターが政令に基づいて実施している

実験系廃棄物（無機系・有機系廃液及び固形廃棄物）の処理については、毎月約 1,200 ～ 2,700L の実験廃棄物を回収し、業者に処理を委託しました（表 2 参照）。新型コロナウイルスまん延により年間回収量は大きく低下しましたが、2022 年度は新型コロナウイルスの影響も少しずつ低下して、それにともない実験廃棄物の回収量は戻りつつあります。無機廃液と固形廃棄物の回収量については新型コロナウイルスまん延前の値にほぼ戻っていますが有機廃液はまん延前より約 1 割少ない回収量でした。

廃液を搬出する際は以下の点にご注意願います。

- 廃液を運搬する際は白衣、防護メガネ、手袋、靴を着用してください。
- 貯留量を確認してください。有機廃液は 20L、無機廃液は 16L が貯留量の上限です。
- 必ず内蓋を取り付け、ポリタンクの状態を確認してください。

- 運搬の際は、落下防止のため廃液タンクをロープ等で台車に固定するか、ガード付き台車で運搬してください。

また、回収した無機廃液におきましては排出者に pH を測定していただいておりますが、ダブルチェックのため当センターでも pH を確認しています。これは廃液処理における安全確保において pH が大変重要な項目であるためです。

表 2 2023 年度 実験廃液・廃棄物外部委託処理量

区分	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	
有機系廃液 /L	1,403	1,884	1,865	1,865	1,414	1,477	
無機系廃液 /L	499	865	489	749	239	180	
固形物 /kg	119	141	138	123	131	86	
区分	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	合計
有機系廃液 /L	1,252	2,014	1,902	1,312	1,256	912	18,556
無機系廃液 /L	302	642	382	207	495	289	5,338
固形物 /kg	109	121	156	104	104	99	1431

構内排水の分析では、さいたま市の政令に基づき、最終放流口の pH および水温を毎日、揮発性有機化合物 (VOC) と無機金属を月 4 回測定して、その結果をさいたま市へ毎月報告しています (表 3 参照)。2023 年度の自主分析において、下水道基準値以下ではありますが亜鉛が 1 年を通して頻繁に検出されています (43 回測定中、未検出 17 回、検出 26 回)。また、揮発性有機化合物のジクロロメタンが、基準値以下ではあるものの頻繁に検出されています。1 月 9 日には 0.042mg/L という高い値が検出されました。

pH については、2020 年度から最終放流口に pH・水温自動測定装置を設置しました。埼玉大学の実験排水は建物を出てすぐに生活排水と合流しています。そのため、最終放流口では様々なものが流れていて水質が悪く、pH 電極がすぐに汚れてしまい安定的に運用するのが困難でした。これを解決するため、pH 電極を自動で洗浄する装置を追加しました。さらに洗浄回数を調整することにより、かなり安定的な測定をすることができるようになり、最終放流口の pH・水温を 24 時間リアルタイムにモニタすることができるようになってきました。

しかし 2023 年度は 11 月中旬から pH が異常値を示すようになりました。原因は pH 検出器と制御盤の間にあるアダプタの故障でした。さらにその後、検出器の初期不良、検出器とアダプタを結ぶケーブルの異常といったトラブルが連続して発生したため、長期間 pH を測定できませんでした。

なお、冬季は pH が上昇する傾向があります。pH の上昇については以下の影響が大きいのではないかと考えられます。

1. 冬期の排水温度低下による pH 値の自然上昇
2. 流し台やトイレ等におけるアルカリ洗剤等の使用
3. 節水による希釈効果の低下

1 や 3 については対応が困難ですが 2 につきましては学内で使用しているアルカリ洗剤をできるだけ中性の洗剤へ変更することで改善できると思われますのでご協力をお願いいたします。

本学が行う自主分析以外に、さいたま市による埼玉大学の最終放流口の水質検査も行われています。さいたま市の立入検査におきましては、鉛、カドミウムといった有害物質の項目だけではなく、BOD、浮遊物質などの生活項目を含めた多くの項目（約40項目）で検査が行われています。2023年度のさいたま市による検査結果につきましては表4を参照ください。自主分析結果やさいたま市による検査の結果につきましては毎月発行している環境分析ニュースレターの紙面上で報告しています。

水質汚濁防止法では、学内に埋設されている下水道管からの漏水が無いことを定期的に点検する必要があります。しかし、学内に張り巡らされた下水道管について漏水の有無を点検することは困難です。そのため、埼玉大学では「管理要領」を作成しました。そして、「管理要領」に基づいた洗浄操作をしたときのモニターマスの排水水質分析結果と管理要領をさいたま市へ提出し、流しから有害物質を流さないことを条件に構内下水道管の点検義務を免除してもらっています。そのため最終放流口の水質検査において頻繁に有害物質等が検出されることは好ましくありません。埼玉大学では下水道管に実験廃液が流れ込まないようにするため、「実験廃液の適正な取扱い及び洗浄施設（実験用流し台等）の点検の徹底について」の「管理要領」を2019年3月22日に改訂しました。改訂後の予備洗浄の目安は以下のとおりとなります。つきましては管理要領を厳守し、流しから有害物質を流さないようご協力よろしくお願いいたします。

- 有機物が付着している場合
 - 有機溶媒で洗浄 3回以上
 - さらに水で洗浄 2回以上
- その他の化学薬品が付着している場合
 - 水で洗浄 2回以上

表 3 2023 年度 最終放流口分析結果(4/7～7/7)

単位:mg/L

測定項目	排除基準	4/7	4/13	4/18	4/24	5/2	5/10	5/18	6/2	6/8	6/14	6/19	7/7
カドミウム及びその化合物	≤0.03	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
鉛及びその化合物	≤0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
砒素及びその化合物	≤0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
セレン及びその化合物	≤0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
銅及びその化合物	≤3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
亜鉛及びその化合物	≤2	0.2	0.1	0.2	*	0.1	0.1	*	*	*	0.1	0.1	*
鉄及びその化合物	≤10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
マンガン及びその化合物	≤10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
クロム及びその化合物	≤2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ホウ素及びその化合物	≤10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ジクロロメタン	≤0.2	**	**	-	**	-	**	**		-	-	-	-
四塩化炭素	≤0.02	-	-	-	**	-	-	-	大雨警報	-	-	-	-
ベンゼン	≤0.1	-	-	-	-	-	-	**		-	-	-	-
1,2-ジクロロエタン	≤0.04	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
トリクロロエチレン	≤0.1	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	**
1,4-ジオキサン	≤0.5	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
テトラクロロエチレン	≤0.1	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-

*:排除基準の 1/10 以下 **:排除基準の 1/100 以下 -:不検出

表 3 2023 年度 最終放流口分析結果 (7/12～10/13)

単位:mg/L

測定項目	排除基準	7/12	7/18	7/24	8/1	8/9	8/25	9/8	9/13 9/14	9/19	9/25	10/5	10/13
カドミウム及びその化合物	≤0.03	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
鉛及びその化合物	≤0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
砒素及びその化合物	≤0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
セレン及びその化合物	≤0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
銅及びその化合物	≤3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
亜鉛及びその化合物	≤2	*	*	0.1	0.1	0.1	*	*	0.1	0.5	0.1	0.1	*
鉄及びその化合物	≤10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
マンガン及びその化合物	≤10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
クロム及びその化合物	≤2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ホウ素及びその化合物	≤10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ジクロロメタン	≤0.2	0.017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-
四塩化炭素	≤0.02	-	-	-	装置故障	-	-	大雨警報	-	-	-	-	-
ベンゼン	≤0.1	-	-	-	-	-	-	洪水警報	-	-	-	-	-
1,2-ジクロロエタン	≤0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
トリクロロエチレン	≤0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,4-ジオキサン	≤0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
テトラクロロエチレン	≤0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*:排除基準の 1/10 以下 **:排除基準の 1/100 以下 -:不検出

表 3 2023 年度 最終放流口分析結果(10/18～1/18)

単位:mg/L

測定項目	排除基準	10/17 10/18	10/23	11/2	11/8	11/14	11/20	12/1	12/6	12/12	12/18	1/9 1/10	1/18
カドミウム及びその化合物	≦0.03	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
鉛及びその化合物	≦0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
砒素及びその化合物	≦0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
セレン及びその化合物	≦0.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
銅及びその化合物	≦3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
亜鉛及びその化合物	≦2	*	*	*	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	*	0.1	0.1	*
鉄及びその化合物	≦10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
マンガン及びその化合物	≦10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
クロム及びその化合物	≦2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ホウ素及びその化合物	≦10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ジクロロメタン	≦0.2	-	-	**	**	0.005	-	**	0.003	**	-	0.042	**
四塩化炭素	≦0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ベンゼン	≦0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2-ジクロロエタン	≦0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-
トリクロロエチレン	≦0.1	-	-	-	-	**	-	-	-	-	-	-	-
1,4-ジオキサン	≦0.5	-	-	0.009	-	-	-	-	-	-	-	0.006	-
テトラクロロエチレン	≦0.1	-	-	-	-	**	-	-	-	-	-	-	-

*:排除基準の 1/10 以下 **:排除基準の 1/100 以下 -:不検出

表 3 2023 年度 最終放流口分析結果(1/26～3/21)

単位:mg/L

測定項目	排除基準	1/26	2/7	2/16	2/22	3/5	3/11	3/21
カルシウム及びその化合物	≦0.03	*	*	*	*	*	*	*
鉛及びその化合物	≦0.1	*	*	*	*	*	*	*
砒素及びその化合物	≦0.1	*	*	*	*	*	*	*
セレン及びその化合物	≦0.1	*	*	*	*	*	*	*
銅及びその化合物	≦3	*	*	*	*	*	*	*
亜鉛及びその化合物	≦2	0.1	*	0.1	0.2	0.2	*	0.1
鉄及びその化合物	≦10	*	*	*	*	1	*	*
マンガン及びその化合物	≦10	*	*	*	*	*	*	*
クロム及びその化合物	≦2	*	*	*	*	*	*	*
ホウ素及びその化合物	≦10	*	*	*	*	*	*	*
ジクロロメタン	≦0.2	**	0.003	-				-
四塩化炭素	≦0.02	-	-	-	※	※	※	-
ベンゼン	≦0.1	-	-	-				-
1,2-ジクロロエタン	≦0.04	-	-	-				-
トリクロロエチレン	≦0.1	-	**	-				-
1,4-ジオキサン	≦0.5	-	-	-				-
テトラクロロエチレン	≦0.1	-	**	-				-

*:排除基準の 1/10 以下 **:排除基準の 1/100 以下 -:不検出 ※:装置更新作業中ため未測定

表 4 2023 年度 さいたま市による排除下水の水質検査結果

◎ 採水場所：埼玉大学下水道最終放流口

単位:pHを除いて mg/L

検査項目	排除基準	採水日時	
		6/30	10/4
		10:00	10:35
アンモニア性窒素等	< 380	34	34
水素イオン濃度(pH)	5 超 9 未満	7.8	8.5
生物化学的酸素要求量(BOD)	< 600	220	250
浮遊物質(SS)	< 600	180	330
ノルマルヘキサン抽出物	≦ 30	14	7
窒素含有量	≦ 240	49	
燐含有量	< 32	5.7	
ガドリウム及びその化合物	≦ 0.03	*	
シアン化合物	≦ 1	*	*
鉛及びその化合物	≦ 0.1	*	
六価クロム化合物	≦ 0.5	*	
砒素及びその化合物	≦ 0.1	*	
水銀及びアルキル水銀 その他の水銀化合物	≦ 0.005	*	
トリクロロエチレン	≦ 0.1	*	*
テトラクロロエチレン	≦ 0.1	*	*
ジクロロメタン	≦ 0.2		*
四塩化炭素	≦ 0.02	*	*
1,3-ジクロロプロペン	≦ 0.02	*	
ヨウ素	≦ 220	*	
ベンゼン	≦ 0.1	*	
セレン及びその化合物	≦ 0.1	*	
ほう素及びその化合物	≦ 10	*	
ふっ素及びその化合物	≦ 8	*	
フェノール類	≦ 5	*	
銅及びその化合物	≦ 3	*	*
亜鉛及びその化合物	≦ 2	*	0.2
溶解性鉄及びその化合物	≦ 10	*	*
溶解性マンガン及びその化合物	≦ 10	*	*
クロム及びその化合物	≦ 2	*	*

*:排除基準の 1/10 以下

2023 年度科学分析支援センター活動日誌

4 月

3 日	動物実験委員会	
6 日	装置講習	
	飛行時間型質量分析装置	2 名
	表面形状解析レーザー顕微鏡	1 名
7 日	装置講習	
	顕微レーザーラマン分光光度計	1 名
	高分解能走査型分析電子顕微鏡	2 名
10 日	液体窒素充填立会	
	装置講習	
	飛行時間型質量分析装置	3 名
11 日	スタッフ会議	
	装置講習	
	汎用走査型分析電子顕微鏡	1 名
	示差熱重量測定装置	1 名
12 日	装置講習	
	核磁気共鳴装置 (AV300)	2 名
	核磁気共鳴装置 (AV500)	2 名
13 日	装置講習	
	核磁気共鳴装置 (AV300)	2 名
	核磁気共鳴装置 (AV500)	2 名
14 日	装置講習	
	核磁気共鳴装置 (AV300)	2 名
	核磁気共鳴装置 (AV500)	2 名
	汎用フーリエ変換赤外分光光度計	2 名
18 日	装置講習	
	飛行時間型質量分析装置	1 名
19 日	実験廃棄物回収	
	装置講習	
	核磁気共鳴装置 (AV300)	3 名
	核磁気共鳴装置 (AV500)	3 名
	飛行時間型質量分析装置	2 名
	ZETA 電位・粒径・分子量測定装置	1 名
20 日	装置講習	
	高分解能走査型分析電子顕微鏡	2 名
21 日	装置講習	
	核磁気共鳴装置 (AV300)	3 名
	核磁気共鳴装置 (AV500)	3 名
	飛行時間型質量分析装置	1 名
	卓上型粉末 X 線回折装置 (水平型)	2 名
	汎用走査型分析電子顕微鏡	1 名
25 日	スタッフ会議	
	液体窒素充填立会	
	装置講習	
	高分解能磁場型質量分析装置	2 名
	飛行時間型質量分析装置	2 名



装置講習
X 線光電子分光装置



装置講習
飛行時間型質量分析装置

26 日 アイソトープ実験施設表面汚染検査
装置講習
飛行時間型質量分析装置 1 名
共焦点レーザー顕微鏡 3 名
放射線障害防止委員会

27 日 装置講習
飛行時間型質量分析装置 1 名
汎用フーリエ変換赤外分光光度計 1 名
オスミウムコーター 1 名

28 日 装置講習
高速粉末 X 線回折装置（水平型） 2 名
汎用走査型分析電子顕微鏡 2 名

oooooooooooo 5 月 oooooooooooooo

1 日 装置講習
核磁気共鳴装置（AV300） 1 名
核磁気共鳴装置（AV500） 1 名

2 日 装置講習
飛行時間型質量分析装置 2 名

8 日 装置講習
高分解能磁場型質量分析装置 2 名
ZETA 電位・粒径・分子量測定装置 1 名

9 日 装置講習
核磁気共鳴装置（AV300） 1 名
核磁気共鳴装置（AV500） 1 名
卓上型粉末 X 線回折装置（水平型） 3 名
高速粉末 X 線回折装置（水平型） 2 名

10 日 装置講習
飛行時間型質量分析装置 2 名
表面形状解析レーザー顕微鏡 1 名

11 日 液体窒素充填立会

12 日 装置講習
走査型プローブ顕微鏡 3 名

15 日 装置講習
誘導結合プラズマ発光分析装置 2 名
汎用走査型分析電子顕微鏡 1 名

16 日 スタッフ会議

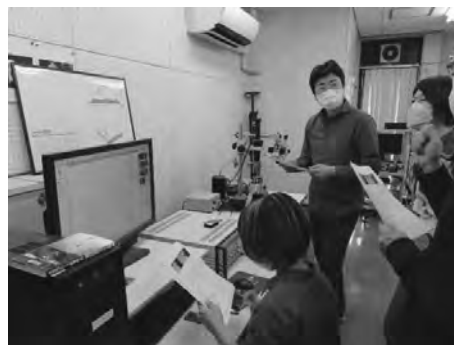
17 日 装置講習
卓上型粉末 X 線回折装置（水平型） 1 名

19 日 センター見学
ランス大学 1 名

22 日 装置講習
誘導結合プラズマ発光分析装置 1 名
小型蛍光寿命測定装置 2 名

23 日 液体窒素充填立会

装置講習
飛行時間型質量分析装置 3 名
共焦点レーザー顕微鏡 2 名
示差熱重量測定装置 1 名
動物実験委員会



装置講習
走査型プローブ顕微鏡



定期メンテナンス
Cold Evaporator

- 24 日 実験廃棄物回収
装置講習
小型蛍光寿命測定装置 2 名
- 26 日 アイソトープ実験施設表面汚染検査
装置講習
ZETA 電位・粒径・分子量測定装置 1 名
- 29 日 装置講習
表面形状解析レーザー顕微鏡 2 名
- 30 日 スタッフ会議
装置講習
ZETA 電位・粒径・分子量測定装置 1 名
- 31 日 放射線障害防止委員会

6 月

- 1 日 装置講習
汎用走査型分析電子顕微鏡 3 名
- 2 日 液体窒素充填立会
装置講習
核磁気共鳴装置 (AV300) 1 名
核磁気共鳴装置 (AV500) 1 名
顕微レーザーラマン分光光度計 1 名
ZETA 電位・粒径・分子量測定装置 2 名
走査型プローブ顕微鏡 1 名
共焦点レーザー顕微鏡 2 名
- 6 日 装置講習
飛行時間型質量分析装置 1 名
- 7 日 装置講習
飛行時間型質量分析装置 1 名
粉末 X 線回折装置 (水平型) 1 名
- 8 日 第 49 回国立大学法人動物実験施設
協議会 総会
装置講習
卓上型粉末 X 線回折装置 (水平型) 3 名
- 9 日 装置講習
汎用走査型分析電子顕微鏡 1 名
- 10 日 装置講習
走査型プローブ顕微鏡 1 名
- 12 日 装置講習
粉末 X 線回折装置 (水平型) 1 名
卓上型粉末 X 線回折装置 (水平型) 2 名
- 13 日 スタッフ会議
装置講習
卓上型粉末 X 線回折装置 (水平型) 1 名
- 14 日 装置講習
粉末 X 線回折装置 (水平型) 2 名
- 15 日 液体窒素充填立会
装置講習
表面形状解析レーザー顕微鏡 2 名
- 20 日 装置講習
汎用走査型分析電子顕微鏡 3 名



ヘリウム充填
核磁気共鳴装置(AV500)



装置講習
汎用フーリエ変換赤外分光光度計

21 日	実験廃棄物回収 装置講習	
	粉末 X 線回折装置（水平型）	1 名
	表面形状解析レーザー顕微鏡	1 名
26 日	アイソトープ実験施設表面汚染検査 装置講習	
	小型蛍光寿命測定装置	1 名
27 日	スタッフ会議 液体窒素充填立会 装置講習	
	飛行時間型質量分析装置	1 名
	卓上型粉末 X 線回折装置（水平型）	1 名
28 日	装置講習	
	飛行時間型質量分析装置	1 名
	高速粉末 X 線回折装置（水平型）	2 名
	走査型プローブ顕微鏡	3 名
	高分解能走査型分析電子顕微鏡	1 名
29 日	装置講習	
	高分解能走査型分析電子顕微鏡	1 名
30 日	装置講習	
	粉末 X 線回折装置（水平型）	1 名



装置講習
イオンスパッタ装置

7 月

3 日	装置講習	
	高分解能磁場型質量分析装置	1 名
	卓上型粉末 X 線回折装置（水平型）	3 名
	表面形状解析レーザー顕微鏡	1 名
	放射線障害防止委員会	
4 日	装置講習	
	飛行時間型質量分析装置	1 名
	顕微レーザーラマン分光光度計	1 名
5 日	装置講習	
	汎用走査型分析電子顕微鏡	1 名
7 日	液体窒素充填立会 装置講習	
	小型蛍光寿命測定装置	2 名
11 日	スタッフ会議	
12 日	装置講習	
	高分解能磁場型質量分析装置	3 名
	汎用走査型分析電子顕微鏡	1 名
13 日	メーカーによる装置(FT-IR)講習 装置講習	
	多機能粉末 X 線回折装置	1 名
17 日	液体窒素充填立会 装置講習	
	誘導結合プラズマ発光分析装置	1 名
19 日	実験廃棄物回収 装置講習	
	小型蛍光寿命測定装置	1 名
21 日	装置講習	
	走査型プローブ顕微鏡	2 名



装置講習
高分解能走査型分析電子顕微鏡

22 日	センター見学 ひらめき☆ときめきサイエンス	20 名
24 日	装置講習 紫外可視近赤外分光光度計	2 名
25 日	スタッフ会議 装置講習 表面形状解析レーザー顕微鏡	1 名
	X 線光電子分光装置	2 名
26 日	アイソトープ実験施設表面汚染検査 装置講習 顕微レーザーラマン分光光度計	1 名
	汎用走査型分析電子顕微鏡	2 名
	低温低真空走査型分析電子顕微鏡	1 名
27 日	液体窒素充填立会	



ひらめきときめきサイエンス

8 月		
1 日	装置講習 X 線光電子分光装置	2 名
	示差走査熱量計	1 名
4 日	装置講習 顕微レーザーラマン分光光度計	2 名
	紫外可視近赤外分光光度計	1 名
7 日	液体窒素充填立会	
8 日	センター見学 オープンキャンパス	80 名
9 日	ガラス細工講習会(埼玉県高校教員)	
23 日	センター見学 民間企業	5 名
24 日	液体窒素充填立会 装置講習 示差走査熱量計	1 名
28 日	アイソトープ実験施設表面汚染検査 装置講習 ZETA 電位・粒径・分子量測定装置	1 名
	動物実験委員会	
29 日	スタッフ会議 装置講習 顕微レーザーラマン分光光度計	1 名
	高輝度二次元 X 線回折装置	2 名
30 日	装置講習 核磁気共鳴装置 (AV300)	1 名
	核磁気共鳴装置 (AV500T)	1 名
	走査型プローブ顕微鏡	2 名
31 日	実験廃棄物回収	



センター見学
オープンキャンパス

9 月		
4 日	液体窒素充填立会 装置講習 高分解能磁場型質量分析装置	1 名
5 日	装置講習 飛行時間型質量分析装置	2 名

- | | | |
|------|---|------------|
| 6 日 | 大学等環境安全協議会実務者連絡会
JASIS | |
| 7 日 | 2023 年度 機器分析技術研究会
装置講習
ZETA 電位・粒径・分子量測定装置 | 1 名 |
| 8 日 | 化学物質管理担当者連絡会 | |
| 11 日 | 装置講習
高感度核磁気共鳴装置 (AV400)
汎用走査型分析電子顕微鏡 | 1 名
1 名 |
| 12 日 | スタッフ会議 | |
| 13 日 | 液体窒素充填立会 | |
| 14 日 | 出張ガラス細工講習
装置講習
顕微レーザーラマン分光光度計 | 2 名 |
| 19 日 | 装置講習
X 線光電子分光装置 | 2 名 |
| 20 日 | 施設見学
島津東京イノベーションプラザ | |
| 21 日 | 装置講習
卓上型粉末 X 線回折装置 (水平型) | 2 名 |
| 25 日 | アイソトープ実験施設表面汚染検査
液体窒素充填立会 | |
| 26 日 | スタッフ会議
安全管理ワークショップ | |
| 27 日 | 実験廃棄物回収 | |
| 29 日 | 高エネルギー加速器研究機構 見学 | |



センター見学
民間企業

10 月

- | | | |
|------|---|------------|
| 3 日 | 装置講習
顕微レーザーラマン分光光度計 | 2 名 |
| 5 日 | 液体窒素充填立会
装置講習
接触角測定装置 | 1 名 |
| 9 日 | 装置講習
顕微レーザーラマン分光光度計 | 2 名 |
| 10 日 | スタッフ会議 | |
| 11 日 | 装置講習
X 線光電子分光装置
動物実験委員会 | 2 名 |
| 12 日 | 装置講習
顕微レーザーラマン分光光度計
汎用走査型分析電子顕微鏡 | 4 名
1 名 |
| 13 日 | 装置講習
飛行時間型質量分析装置
ZETA 電位・粒径・分子量測定装置 | 1 名
3 名 |
| 16 日 | 装置講習
表面形状解析レーザー顕微鏡 | 1 名 |
| 17 日 | 液体窒素充填立会 | |



施設見学
島津東京イノベーションプラザ

- 19 日 国立大学法人 機器・分析センター協
議会
令和5年度総会・シンポジウム・技術職
員会議
装置講習
高分解能磁場型質量分析装置 1 名
- 20 日 国立大学法人機器・分析センター
協会
装置講習
共焦点レーザー顕微鏡 1 名
- 24 日 アイソトープ実験施設表面汚染検査
スタッフ会議
装置講習
多機能粉末 X 線回折装置 2 名
- 25 日 実験廃棄物回収
装置講習
汎用走査型分析電子顕微鏡 1 名
- 26 日 放射線安全取扱部会年次大会
- 27 日 装置講習
走査型プローブ顕微鏡 1 名
- 30 日 液体窒素充填立会



メンテナンス
核磁気共鳴装置(AV500)

===== 11 月 =====

- 1 日 装置講習
小型蛍光寿命測定装置 2 名
- 2 日 装置講習
汎用フーリエ変換赤外分光光度計 2 名
- 6 日 装置講習
電子スピン共鳴装置 2 名
- 8 日 動物実験委員会
- 9 日 液体窒素充填立会
- 11 日 センター見学
科学者の芽育成プログラム 12 名
- 13 日 装置講習
汎用フーリエ変換赤外分光光度計 3 名
- 14 日 スタッフ会議
- 15 日 実験廃棄物回収
- 17 日 放射線障害防止委員会
- 20 日 装置講習
多機能粉末 X 線回折装置 2 名
汎用走査型分析電子顕微鏡 1 名
- 21 日 液体窒素充填立会
装置講習
飛行時間型質量分析装置 1 名
卓上型粉末 X 線回折装置（水平型） 3 名
- 24 日 装置講習
表面形状解析レーザー顕微鏡 1 名



センター見学
科学者の芽育成プログラム

28 日	アイソトープ実験施設表面汚染検査 スタッフ会議 装置講習	
	多機能粉末 X 線回折装置	1 名
	X 線光電子分光装置	1 名
	オスミウムコーター	1 名
29 日	装置講習	
	ZETA 電位・粒径・分子量測定装置	1 名
30 日	第 39 回 大学等環境安全協議会 技術分科会 装置講習	
	汎用走査型分析電子顕微鏡	1 名

12 月

1 日	液体窒素充填立会	
6 日	装置講習	
	高分解能走査型分析電子顕微鏡	1 名
7 日	装置講習	
	汎用フーリエ変換赤外分光光度計	1 名
11 日	装置講習	
	顕微レーザーラマン分光光度計	1 名
12 日	スタッフ会議 装置講習	
	ZETA 電位・粒径・分子量測定装置	1 名
13 日	実験廃棄物回収	
14 日	液体窒素充填立会 装置講習	
	誘導結合プラズマ発光分析装置	1 名
	粉末 X 線回折装置（水平型）	1 名
	X 線光電子分光装置	2 名
15 日	センター見学	
	さくらサイエンスプログラム	22 名
20 日	第 16 回関東・甲信越地区 大学安全衛生研究会	
22 日	液体窒素充填立会 動物実験委員会	
25 日	アイソトープ実験施設表面汚染検査	

1 月

9 日	スタッフ会議 液体窒素充填立会	
11 日	装置講習	
	高感度核磁気共鳴装置（AV400）	1 名
15 日	装置講習	
	汎用走査型分析電子顕微鏡	1 名
16 日	装置講習	
	接触角測定装置	1 名
	放射線障害防止委員会	
17 日	実験廃棄物回収 装置講習	
	プラズマクリーナー	1 名



メンテナンス
飛行時間型質量分析装置



センター見学
さくらサイエンスプログラム

- 18 日 液体窒素充填立会
 23 日 スタッフ会議
 24 日 アイソトープ実験施設表面汚染検査
 装置講習
 示差熱重量測定装置 2 名
 29 日 装置講習
 示差熱重量測定装置 1 名
 31 日 液体窒素充填立会

===== 2 月 =====

- 2 日 出張ガラス細工講習
 6 日 スタッフ会議
 8 日 装置講習
 小型蛍光寿命測定装置 3 名
 高速粉末 X 線回折装置（水平型） 1 名
 9 日 装置講習
 汎用走査型分析電子顕微鏡 1 名
 14 日 液体窒素充填立会
 実験廃棄物回収
 21 日 センター見学
 内閣府科学技術イノベーション事務局 12 名
 26 日 アイソトープ実験施設表面汚染検査
 27 日 スタッフ会議
 28 日 液体窒素充填立会



センター見学
内閣府科学技術イノベーション事務局

===== 3 月 =====

- 8 日 第 16 回大学間技術職員交流会
 11 日 スタッフ会議
 13 日 実験廃棄物回収
 14 日 液体窒素充填立会
 第 22 回 群馬大学理工学系
 技術部発表会
 14-15 日 ライフサイエンス関連機器ワークショ
 ップ（島津製作所） 22 名
 15 日 動物実験委員会
 19 日 第 3 回 XPS コミュニティーミーティン
 グ
 26 日 アイソトープ実験施設表面汚染検査
 スタッフ会議
 27 日 液体窒素充填立会
 29 日 センター見学
 高校生 2 名



センター見学
高校生

2023 年度科学分析支援センター活動報告書

◆ セミナー等実施実績

セミナー名	日時	参加者数	
		小計	総計
利用ガイダンス	オンライン(前期)	243	294
	オンライン(後期)	51	
実験廃液搬出方法および 薬品管理システム使用方法の説明会	オンライン	212	212
動物実験教育訓練	オンライン	92	92
放射線教育訓練	DVD 貸し出し	135	135
液体窒素 利用ガイダンス	オンライン	132	132
ライフサイエンス関連機器ワークショップ(島津製作所)	3/14-15	22	22

◆ 内部会議等実施実績

センター会議		
第 1 回 3 月 4 日	報告事項	機器修理等(メンテナンス費配分)
		機器修理等(50 万円以上)
		教育研究基盤設備整備計画(自助努力)に基づく装置更新
		装置の移管
	協議事項	令和 7(2025)年度 技術職員の採用について
		単結晶構造解析装置の導入について学内措置を要望する件
		学内依頼分析料金改定
		機器修理等(100 万円以上)

動物実験委員会	
第 1 回 4 月 3 日	委員長の選出について
第 2 回 5 月 23 日	令和 4 年度動物実験に係る各種報告書等について
	飼養保管状況の調査項目について
	動物実験に関する自己点検・評価報告書について
第 3 回 8 月 28 日	動物実験計画書承認申請書(新規)について
	飼養保管状況報告書について
第 4 回 10 月 11 日	文部科学省からの調査協力について
第 5 回 11 月 8 日	環境省からの調査協力について
第 6 回 12 月 22 日	動物実験計画書承認申請書(新規)について
	令和6年度慰霊祭について
	飼養保管施設利用マニュアルについて
	次期埼玉大学動物実験委員会委員の選出方法について
	来年度以降の定期視察について
	定期視察の結果報告について
第 7 回 3 月 15 日	令和 5 年度実験計画書について
	教育訓練について
	令和 5 年度からの委員会体制について

放射線障害防止委員会		
第1回 4月 26 日	協議事項	委員長の選任について
第 2 回 5 月 31 日	協議事項	国立大学法人埼玉大学放射線障害予防規則の一部改正について
第 3 回 7 月 3 日	協議事項	令和 5 年上期核燃料物質管理報告書(案)について
第 4 回 11 月 17 日	協議事項	放射線測定器の点検及び校正に関する内規(案)について
第 5 回 1 月 16 日	協議事項	令和 5 年下期核燃料物質管理報告書(案)について
		令和 6 年度放射線教育訓練実施(案)について
	報告事項	表示付認証機器の自主点検結果について
		令和 5 年度放射線教育訓練実施報告について
		令和 5 年度特別健康診断実施報告について

◆ 全国会議等出席実績

会議名	日時	場所	参加者
国立大学法人動物実験施設協議会 総会	6/8-6/9	愛知県岡崎市	古舘 宏之
FT-IR 講習会	7/13	オンライン	中島 綾子
ガラス細工講習会 (埼玉県高校教員)	8/9	狭山清陵高等学校	徳永 誠
大学等環境安全協議会 実務者連絡会	9/6	オンライン	新美 智久
JASIS	9/6	幕張メッセ	中島 綾子
機器分析技術研究会	9/7-8	熊本大学 黒髪キャンパス	徳永 誠
化学物質管理担当者連絡会	9/8	オンライン	中島 綾子
出張ガラス細工講習	9/14	久喜工業高等学校	徳永 誠
島津ラボツアー	9/20	島津東京 イノベーションプラザ	日原 由香子 古舘 宏之 徳永 誠 新美 智久 中島 綾子
安全管理ワークショップ	9/26	埼玉大学	徳永 誠 新美 智久 中島 綾子
高エネルギー加速器研究機構 見学会	9/29	高エネルギー加速器 研究機構(つくば)	中島 綾子
国立大学法人 機器・分析センター協議会 総会・シンポジウム・技術職員会議	10/19-20	鳥取大学主催 とりぎん文化会館	日原 由香子 徳永 誠 中島 綾子
放射線安全取扱部会年次大会	10/26	富山国際会議場	新美 智久
遺伝子研究安全管理協議会総会 ・安全研修会	11/17	沖縄科学技術 大学院大学	松岡 聡
大学等環境安全協議会技術分科会	11/30-12/1	広島大学 東広島キャンパス	徳永 誠
関東・甲信越地区 大学安全衛生研究会	12/20	オンライン	新美 智久
出張ガラス細工講習	2/2	狭山清陵高等学校	齋藤 由明 徳永 誠 戸島 基貴
大学間技術職員交流会	3/8	神奈川大学 横浜キャンパス	中島 綾子

群馬大学理工学系技術部発表会	3/14	群馬大学 桐生キャンパス	徳永 誠
第 3 回 XPS コミュニティーミーティング	3/19	オンライン	齋藤 由明 徳永 誠

◆ 見学者来訪実績

見学者	日時	人数
ランス大学	5/19	1
ひらめきときめきサイエンス	7/22	20
オープンキャンパス	8/8	80
民間企業	8/23	5
科学者の芽育成プログラム	11/11	12
さくらサイエンスプログラム	12/15	22
内閣府科学技術イノベーション事務局	2/21	12
高校生	3/29	2

◆ 装置講習会

機械名	所属	指導者	受講区分		総数
			学生	教職員	
核磁気共鳴装置（AV300）	各研究室教職員		25		25
	技セ	笠原 美久	10		10
	センター	藤原 隆司	5	1	6
核磁気共鳴装置（AV500）	各研究室教職員		26		26
	技セ	笠原 美久	10		10
	センター	藤原 隆司	5		5
核磁気共鳴装置（AV500T）	各研究室教職員		8		8
	センター	藤原 隆司		1	1
高感度核磁気共鳴装置（AV400）	センター	藤原 隆司	2		2
高分解能磁場型質量分析装置	センター	新美 智久	9	1	10
飛行時間型質量分析装置	技セ	小山 哲夫	7		7
	センター	藤原 隆司	2		2
		安武 幹雄	2		2
		新美 智久	18		18
顕微レーザーラマン分光光度計	電気電子	石川 良	14	3	17
汎用フーリエ変換赤外分光光度計	センター	藤原 隆司	2		2
		中島 綾子	7		7
紫外可視近赤外分光光度計	センター	藤原 隆司		1	1
		中島 綾子	1	1	2
誘導結合プラズマ発光分析装置	センター	新美 智久	4	1	5
小型蛍光寿命測定装置	センター	藤原 隆司	3		3
		中島 綾子	8	2	10
ZETA 電位・粒径・分子量測定装置	センター	中島 綾子	12	1	13
電子スピン共鳴装置	基礎化	長嶋 宏樹	4		4
	センター	藤原 隆司	1	1	2
Pulse 電子スピン共鳴装置（Laser）	基礎化	長嶋 宏樹	1		1
粉末 X 線回折装置（水平型）	応化	藤森 厚裕	2		2
	電気電子	柿崎 浩一	4		4
		神島 謙二	3		3
	センター	徳永 誠	1		1
		新美 智久	1		1
		中島 綾子	5		5

卓上型粉末 X 線回折装置 (水平型)	応化	半田 友衣子	2		2
	電気電子	石川 良	9		9
		本多 善太郎	1		1
	センター	藤原 隆司	2		2
		中島 綾子	10		10
高速粉末 X 線回折装置 (水平型)	電気電子	柿崎 浩一	2		2
		石川 良	4		4
	センター	中島 綾子	2	1	3
多機能粉末 X 線回折装置	センター	安武 幹雄	5		5
高輝度二次元 X 線回折装置	センター	徳永 誠	1	1	2
汎用走査型分析電子顕微鏡	物理	道村 真司	1		1
	電気電子	柿崎 浩一	6		6
		徳永 誠	4		4
	センター	辻 季美江	18		18
低温低真空走査型分析電子顕微鏡	センター	徳永 誠		1	1
高分解能走査型分析電子顕微鏡	電気電子	柿崎 浩一	2		2
	センター	徳永 誠	7		7
走査型プローブ顕微鏡	技セ	高宮 健吾	5	1	6
		後閑 伸彦	7		7
表面形状解析レーザー顕微鏡	センター	中島 綾子	8	3	11
接触角測定装置	電気電子	石川 良	1		1
	センター	中島 綾子		1	1
X 線光電子分光装置	基礎化	上野 啓司	1		1
	技セ	齋藤 由明	10		10
	センター	徳永 誠	2		2
共焦点レーザー顕微鏡	生体	畠山 晋	3		3
	センター	古舘 宏之	4	1	5
示差熱重量測定装置	センター	中島 綾子	3	2	5
示差走査熱量計	センター	中島 綾子	2		2
オスミウムコーター	センター	徳永 誠	2		2
プラズマクリーナー	センター	徳永 誠		1	1
総計			326	25	351

2024. 3 月末日現在

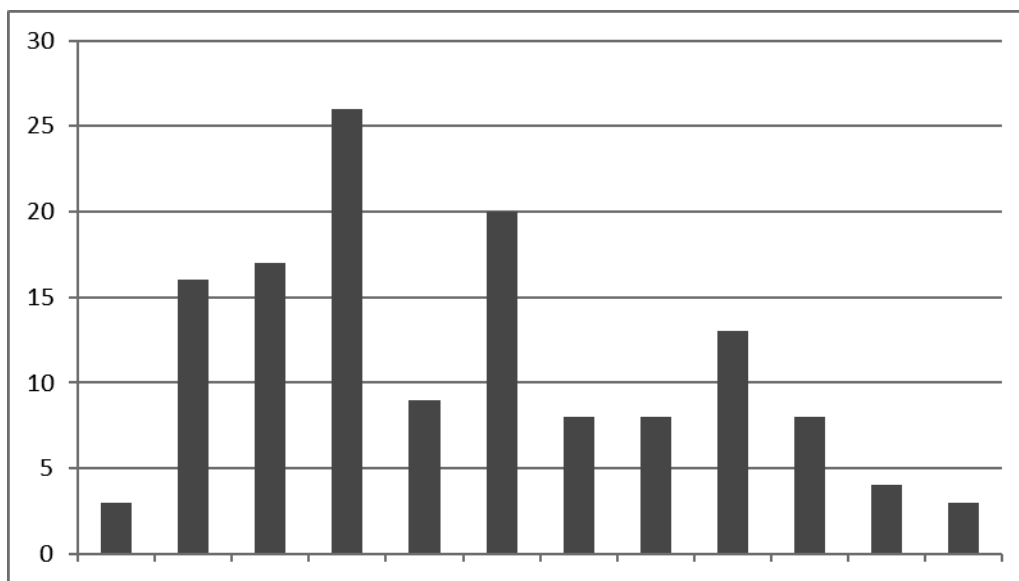
◆ 保守活動

項目		日時	活動内容
核磁気共鳴装置	AVANCE300	5/11	液体ヘリウム充填
		9/25	分解能確認
		11/9	液体ヘリウム充填
		1/19	液体ヘリウム充填
		2/15	液体ヘリウム充填
	AVANCE500	4/17	プローブ円筒清掃
		4/27	シム調整
		4/28	シム調整
		6/21	シムの調整
		6/22	液体ヘリウム充填
		9/25	分解能確認
		10/26	液体ヘリウム充填
		2/22	液体ヘリウム充填
	AVANCE500T	4/6	液体ヘリウム充填
		8/3	液体ヘリウム充填
		9/25	分解能確認
		12/7	液体ヘリウム充填
	AVANCE400+Cyro	7/13	液体ヘリウム充填
		9/25	分解能確認
		12/14	液体ヘリウム充填
		3/2	液体ヘリウム充填
熱分析装置	DSC214 polyna	4/13	温度校正ファイル作成
		3/25	校正ファイル用測定
	STA2500 JMS-Q1500GC	4/14	温度校正ファイル作成
		4/24	温度校正ファイル作成
		4/27	温度校正ファイル作成
		5/1	温度校正ファイル作成
		6/28	試料皿の位置調整
		6/30	汚染後の動作確認
		2/19	冷却水循環装置清掃、冷却水補充
		3/1	Slip-On プレートの空焼き
		3/26	校正ファイル用測定
		3/27	校正ファイル用測定
		3/28	校正ファイル用測定

質量分析装置	JMS700AM	5/17	測定感度(EI)低下対応
		5/18	イオン源交換
		5/25	イオン源状態確認
		6/9	イオン源交換
		7/5	ヒーター異常対応
		9/15	イオン源交換
		10/3	イオン源交換
		2/5	イオン源交換
		2/29	RP オイル交換 防振ゴム交換
		3/1	イオン源交換
		3/4	イオン源交換
	AutoflexIII	3/21	リニア検出器交換
	Nanofrontier-eLD	1/29	メンテナンス MCP 検出器更新
	SCION SQ	4/25	セプタム交換(フロントカラム) インサート交換(フロントカラム)
		7/25	セプタム交換(フロントカラム、リアカラム) インサート交換(リアカラム)
		8/8	ガスフィルタ交換
		10/30	ロータリーポンプオイル交換
	5977C GC/MSD	2/27	SCION SQ から更新
X 線光電子分析装置	AXIS-NOVA	6/12	マニュアル実証測定
		6/22	トランスファーベッセルでのサンプル 導入補助
		7/10	ソフトウェアマニュアル校正
		10/5	エッチング用 Ar ボンベ交換
蛍光 X 線分析装置	AXIOS	5/25	冷却水循環装置廃棄
走査型電子顕微鏡	SU1510	4/25	フィラメント交換
	S-4800	3/11	試料交換棒グリースアップ
透過型電子顕微鏡	Tecnai G2 20	1/29	定期メンテナンス
誘導結合プラズマ発光 分析装置	5800 VDV	6/28	チューブ交換 (送液、廃液、オートサンプラー)
		6/29	ネブライザー洗浄
		6/30	ネブライザー洗浄
		8/28	排気ダクト結露水除去
		10/12	冷却水交換
		11/30	ネブライザー洗浄
		1/29	波長校正
ZETA 電位、粒径、 分子量測定装置	ELSZ-2000ZS	11/28	定期動作確認
		12/13	セル定数測定
X 線回折装置	UltimaIII	2/19	冷却水補充

電子スピン共鳴装置	Magnettech ESR5000	2/19	冷却水補充
顕微レーザーラマン分 光光度計	inVia	8/25	定期メンテナンス
		9/4	532nm レーザー更新
		9/8	レーザー更新後の位置調整
		9/15	レーザーシャッター交換
		9/25	レーザー(予備)の固定
		10/16	エントランスフィルター交換
		10/30	定期メンテナンス
		12/5	定期メンテナンス
		2/14	定期メンテナンス
		3/21	定期メンテナンス(地震後動作チェック)
汎用フーリエ変換赤外 分光光度計	TENSOR II	2/15	定期メンテナンス 検出器交換
紫外可視近赤外 分光光度計	V-770	1/23	バリデーション 日常点検
		1/29	バリデーション 日常点検
有機微量元素分析装置	FlashSmart	6/7	カラム詰替
		8/30	カラム詰替
		1/23	カラム詰替(S カラム)
イオンスパッタ装置	Hitachi MC1000	3/11	コーティング皮膜クリーニング
科学分析支援センター	全装置	10/27	停電対応
	排水管	5/9	X 線室 排水管詰まり除去
		6/2	生物系実験室 排水管詰まり除去
		7/14	屋上 排水管清掃
アイソトープ実験施設	測定装置	10/31	GM サーベイメーター 点検校正 ハンド・フットクロスモニター 点検校正

◆ 装置等トラブル対応件数



4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
3	16	17	26	9	20	8	8	13	8	4	3	135

2023 年度測定依頼分析実績（学内）

依頼者所属	設備名	件数
教育学部 自然科学専修 理科分野	透過型電子顕微鏡(200kV) Tecnai G2 20+Cryo	3
	透過型電子顕微鏡 (120kV) H-7500	1
基礎化学科	飛行時間型質量分析装置 AutoflexIII	4
	核磁気共鳴装置 300MHz AVANCE300 (昇温測定)	8
	高分解能磁場型質量分析装置 JMS-700 (FAB) (高分解能)	3
	X 線光電子分光装置 AXIS-NOVA	1
	高速粉末 X 線回折装置(水平型) D8 ADVANCE ECO	3
分子生物学科	飛行時間型質量分析装置 AutoflexIII	11
	低温低真空走査型分析電子顕微鏡 S-3400N+Cryo	8
	透過型電子顕微鏡(200kV) Tecnai G2 20+Cryo	4
	透過型電子顕微鏡 (120kV) H-7500	21
	TEM 前処理(超薄切片作製)	21
	光学顕微鏡試料作製	2
生体制御学科	飛行時間型質量分析装置 AutoflexIII	10
機械工学・システム デザイン学科	高輝度二次元 X 線回折装置 D8 DISCOVER	1
	示差走査熱量計 DSC214 polyna	2
	低温低真空走査型分析電子顕微鏡 S-3400N+EDX	18
電気電子物理工学科	超高分解能走査型分析電子顕微鏡 Regulus-8220+FE	4
	透過型電子顕微鏡 (200kV) Tecnai G2 20	3
	紫外可視近赤外分光光度計 V-770	9
	X 線光電子分光装置 AXIS-NOVA	3
応用化学科	示差走査熱量計 DSC214 polyna	5
	超高分解能走査型分析電子顕微鏡 Regulus-8220+FE	3
	四重極 GC 質量分析装置 SCION SQ	11
	核磁気共鳴装置 400MHz+Cryo (高感度型) AVANCE400	6
	誘導結合プラズマ発光分析装置 Agilent 5800 VDV	27

	核磁気共鳴装置 500MHz AVANCE500T (昇温可変)	3
	高分解能磁場型質量分析装置 JMS-700 (EI)	3
	高分解能磁場型質量分析装置 JMS-700 (EI) (高分解能)	2
	高分解能磁場型質量分析装置 JMS-700 (FAB or EI)	2
	高分解能磁場型質量分析装置 JMS-700 (FAB or EI) (高分解能)	36
	高分解能磁場型質量分析装置 JMS-700 (FAB) (高分解能)	3
	高分解能磁場型質量分析装置 JMS-700 (FAB) (低分解能)	1
	透過型電子顕微鏡(120kV) H-7500	1
	透過型電子顕微鏡(200kV) tecnai G2 20	4
	透過型電子顕微鏡 (200kV) Tecnai G2 20+Cryo	1
	示差熱重量測定装置 STA2500 JMS-Q1500GC	6
	X 線光電子分光装置 AXIS-NOVA	13
	紫外可視近赤外分光光度計 V-770	5
	ZETA 電位・粒径・分子量測定装置 ELSZ-2000ZS	3
環境社会デザイン学科	表面形状解析レーザー顕微鏡 VK-X3050 (小サイズ)	2
	表面形状解析レーザー顕微鏡 VK-X3050 (全面サイズ)	2
	低温低真空走査型分析電子顕微鏡 S-3400N+Cryo	3
連携教員(理研)	X 線光電子分光装置 AXIS-NOVA	5
	透過型電子顕微鏡(120kV) H-7500	3
	TEM 前処理(超薄切片作製)	3
科学分析支援センター	汎用フーリエ変換赤外分光光度計 TENSORII	14
	顕微フーリエ変換赤外分光光度計 HYPERION 3000	10
	顕微レーザーラマン分光光度計 inVia	1
	高分解能磁場型質量分析装置 JMS-700 (FAB & EI)	10
	高分解能磁場型質量分析装置 JMS-700 (EI)	4
	低温低真空走査型分析電子顕微鏡 S-3400N	1
	示差熱重量測定装置 STA2500 JMS-Q1500GC	1
総計		328

2023 年度測定依頼分析実績（学外）

設備名	産学官連携協議会		合計
	非会員	会員	
核磁気共鳴装置 AVANCE 500	1		1
核磁気共鳴装置 AVANCE500T	10	6	16
飛行時間型質量分析装置 AutoflexIII	2		2
示差熱重量測定装置＋発生ガス分析装置 STA2500＋JMS-Q1500GC	3		3
X 線光電子分光装置 AXIS-NOVA	16	11	27
走査型プローブ顕微鏡（AFM）MultiMode8		4	4
表面形状解析レーザー顕微鏡 VK-X3050	4	5	9
低温低真空走査型電子顕微鏡 S-3400N		11	11
低温低真空走査型電子顕微鏡 S-3400N＋Cryo	21		21
低温低真空走査型電子顕微鏡 S-3400N＋EDX		1	1
低温低真空走査型電子顕微鏡 S-3400N＋EDX＋Cryo	9		9
高分解能走査型分析電子顕微鏡 S-4800		3	3
誘導結合プラズマ発光分析装置 5800VDV		6	6
小型蛍光寿命測定装置 Quantaaurus-Tau		8	8
高速粉末 X 線回折装置(水平型) D8 ADVANCE ECO	3	2	5
顕微レーザーラマン分光光度計 inVia	4		4
汎用フーリエ変換赤外分光光度計 TENSOL II	14		14
顕微フーリエ変換赤外分光光度計 HYPERION 3000	10	5	15
有機微量元素分析装置 FlashSmart CHNS	65		65
総計	162	62	224

2023 年度元素依頼分析実績

依頼者所属	性状	件数	
教育学部	CHNO のみ含有	2	5
	CHNO 以外の元素含有(F なし)	3	
	CHNO 以外の元素含有(F あり)	0	
物理学科	CHNO のみ含有	0	5
	CHNO 以外の元素含有(F なし)	5	
	CHNO 以外の元素含有(F あり)	0	
基礎化学科	CHNO のみ含有	2	129
	CHNO 以外の元素含有(F なし)	94	
	CHNO 以外の元素含有(F あり)	33	
応用化学科	CHNO のみ含有	15	33
	CHNO 以外の元素含有(F なし)	15	
	CHNO 以外の元素含有(F あり)	3	
科学分析支援センター	CHNO のみ含有	0	7
	CHNO 以外の元素含有(F なし)	5	
	CHNO 以外の元素含有(F あり)	2	
総計	CHNO のみ含有	19	179
	CHNO 以外の元素含有(F なし)	122	
	CHNO 以外の元素含有(F あり)	38	

2023 年度機器等利用実績まとめ

装置名	使用 件数	使用 時間	稼働 日数
核磁気共鳴装置 AVANCE300	3479	1100:55	235
核磁気共鳴装置 AVANCE500	4266	1766:10	236
核磁気共鳴装置 AVANCE500T	2314	1612:25	235
高感度核磁気共鳴装置 AVANCE400+Cryo	2740	1579:50	249
電子スピン共鳴装置	206	328:50	84
Pulse 電子スピン共鳴装置(Laser)	61	376:10	52
四重極 GC 質量分析装置	63	390:00	62
飛行時間型質量分析装置	717	454:50	208
高分解能磁場型質量分析装置	284	328:40	165
ナノフローLC 質量分析装置	8	22:45	7
示差走査熱量計	79	374:20	59
示差熱重量測定装置	111	471:05	99
示差熱重量発生ガス分析装置	3	12:40	2
X 線光電子分光装置	70	1774:55	68
走査型プローブ顕微鏡	218	386:00	112
表面形状解析レーザー顕微鏡	84	121:55	70
接触角測定装置	25	29:25	22
汎用走査型分析電子顕微鏡	355	972:50	193
低温低真空走査型分析電子顕微鏡	52	1536:40	46
高分解能走査型分析電子顕微鏡	92	238:00	78
超高分解能走査型分析電子顕微鏡	20	56:25	18
透過型電子顕微鏡 (200kV)	17	106:55	16
透過型電子顕微鏡 (120kV)	20	126:35	20

共焦点レーザー顕微鏡	184	306:55	100
誘導結合プラズマ発光分析装置	75	166:45	63
小型蛍光寿命測定装置	149	243:40	92
ZETA 電位・粒径・分子量測定装置	158	259:40	111
蛍光 X 線分析装置	14	69:30	14
卓上型粉末 X 線回折装置（水平型）	455	670:40	205
粉末 X 線回折装置（水平型）	257	419:05	135
高輝度二次元 X 線回折装置	11	37:25	9
多機能粉末 X 線回折装置	34	202:20	31
高速粉末 X 線回折装置（水平型）	379	434:20	182
高輝度 CCD 型単結晶構造解析装置	16	240:50	15
顕微レーザーラマン分光光度計	345	472:15	167
汎用フーリエ変換赤外分光光度計	136	149:25	98
顕微フーリエ変換赤外分光光度計	4	15:00	4
紫外可視近赤外分光光度計	39	58:45	33
カーボンコーター	10	19:00	10
オスミウムコーター	12	13:15	12
急速凍結装置	3	13:45	3
ウルトラマイクローム	28	140:55	27
プラズマクリーナー	10	13:30	10

2023 年度機器等利用実績詳細

核磁気共鳴装置 AVANCE300 使用実績

(稼働日数 235 日・使用時間 1100 時間)

3F 核磁気共鳴室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	107	151	207	171	80	168	270	263	161	211	160	129	2078
		使用時間	35:00	51:05	61:45	52:10	22:40	46:45	76:20	74:45	47:45	62:15	45:15	36:20	612:05
工学部	応用化学	使用回数	85	122	184	149	51	131	158	165	100	90	72	47	1354
		使用時間	27:55	40:15	61:15	47:10	17:00	42:55	47:25	51:00	35:40	28:35	24:15	16:15	439:40
共同研究員		使用回数	2	1	11	2		1	2	1	2	3	1	1	27
		使用時間	0:25	0:30	3:20	0:50		0:15	1:00	0:15	0:50	1:20	0:30	0:10	9:25
科学分析支援センター		使用回数	7	6	5			1				1			20
		使用時間	13:50	14:00	9:30			0:05				2:20			39:45
合計	使用回数	201	280	407	322	131	301	430	429	263	305	233	177	3479	
	使用時間	77:10	105:50	135:50	100:10	39:40	90:00	124:45	126:00	84:15	94:30	70:00	52:45	1100:55	
稼働日数		18	21	23	23	15	20	22	21	18	18	20	16	235	
使用人数		55	64	77	58	39	58	56	64	55	55	45	44	670	

核磁気共鳴装置 AVANCE500 使用実績

(稼働日数 236 日・使用時間 1766 時間)

3F 核磁気共鳴室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	118	141	173	157	84	165	214	199	143	139	178	101	1812
		使用時間	47:50	57:55	73:00	65:00	34:20	60:25	103:35	77:35	63:45	56:10	69:50	31:45	741:10
工学部	応用化学	使用回数	183	174	209	163	92	154	180	179	172	148	123	102	1879
		使用時間	71:05	69:45	77:00	60:40	31:30	58:25	66:40	69:50	69:15	65:35	52:10	42:40	734:35
共同研究員		使用回数	49	57	48	42	22	41	59	68	50	30	43	51	560
		使用時間	11:55	18:10	13:20	11:40	6:40	10:55	18:30	23:05	16:20	10:05	15:10	18:05	173:55
科学分析支援センター		使用回数	1	3	2		1	1	2	3			1	1	15
		使用時間	1:30	5:45	26:00		0:45	0:30	26:00	30:00			13:00	13:00	116:30
合計	使用回数	351	375	432	362	199	361	455	449	365	317	345	255	4266	
	使用時間	132:20	151:35	189:20	137:20	73:15	130:15	214:45	200:30	149:20	131:50	150:10	105:30	1766:10	
稼働日数		20	20	22	21	15	20	22	22	18	18	19	19	236	
使用人数		77	79	77	71	53	69	73	76	72	59	57	48	811	

核磁気共鳴装置 AVANCE500T 使用実績

(稼働日数 235 日・使用時間 1612 時間)

3F 核磁気共鳴室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	63	85	130	69	41	81	97	105	59	65	78	65	938
		使用時間	40:00	55:00	113:55	48:30	28:40	71:15	78:20	102:10	69:50	50:00	73:45	78:10	809:35
工学部	応用化学	使用回数	75	121	118	112	48	90	114	106	68	66	60	54	1032
		使用時間	22:10	35:50	37:10	35:45	17:15	39:45	46:55	36:50	27:15	24:35	24:15	26:15	374:00
共同研究員		使用回数	34	24	22	32	20	22	14	40	36	18	30	15	307
		使用時間	7:45	6:35	6:20	9:55	5:50	7:25	5:15	12:05	10:15	4:35	7:40	4:45	88:25
科学分析支援センター		使用回数	5		1	1		5	7	1	2	2	7	6	37
		使用時間	27:00		1:00	2:30		110:50	13:45	33:05	7:10	51:00	90:55	3:10	340:25
合計	使用回数	177	230	271	214	109	198	232	252	165	151	175	140	2314	
	使用時間	96:55	97:25	158:25	96:40	51:45	229:15	144:15	184:10	114:30	130:10	196:35	112:20	1612:25	
		稼働日数	18	20	22	21	15	20	23	21	18	19	21	17	235
		使用人数	20	20	24	23	16	22	28	23	24	24	20	17	261

核磁気共鳴装置 AVANCE400+Cryo 使用実績

(稼働日数 249 日・使用時間 1579 時間)

3F 核磁気共鳴室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	55	103	150	157	82	119	153	171	83	114	117	82	1386
		使用時間	33:25	55:40	94:45	71:25	36:40	52:10	61:05	81:20	53:10	75:50	58:45	41:35	715:50
工学部	応用化学	使用回数	62	96	121	138	83	169	145	166	115	129	58	35	1317
		使用時間	24:05	58:20	44:15	52:15	59:00	93:00	84:55	63:40	82:30	130:00	31:40	16:50	740:30
科学分析支援センター		使用回数	6	1	1	5	1	5		2	2	4	4	6	37
		使用時間	3:20	0:30	1:05	6:25	0:30	7:10		66:05	0:40	27:55	2:30	7:20	123:30
合計		使用回数	123	200	272	300	166	293	298	339	200	247	179	123	2740
		使用時間	60:50	114:30	140:05	130:05	96:10	152:20	146:00	211:05	136:20	233:45	92:55	65:45	1579:50
		稼働日数	17	20	23	22	16	24	22	23	20	20	21	21	249
		使用人数	22	26	27	30	26	32	33	32	28	33	25	22	336

電子スピン共鳴装置 Magnettech ESR5000 使用実績

(稼働日数 84 日・使用時間 328 時間)

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	物理	使用回数								1	12	33	44		90
		使用時間								2:00	24:00	59:05	77:25		162:30
	基礎化学	使用回数	1	4	6	5	1	12	12	8	8	8	19	16	100
		使用時間	5:00	7:30	4:55	4:55	0:25	17:50	12:05	5:55	5:50	11:05	22:35	17:15	115:20
科学分析支援センター		使用回数		3	1				4	6	2				16
		使用時間		9:30	2:00				12:30	20:00	7:00				
合計	使用回数		1	7	7	5	1	12	16	15	22	41	63	16	206
	使用時間		5:00	17:00	6:55	4:55	0:25	17:50	24:35	27:55	36:50	70:10	100:00	17:15	328:50
稼働日数			1	4	5	3	1	5	9	10	10	12	16	8	84
使用人数			1	3	3	3	1	3	4	6	5	4	4	3	40

Pulse 電子常磁性共鳴装置(Laser) ELEXSYS580 使用実績

(稼働日数 52 日・使用時間 376 時間)

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数		4	10	18	4	10	3	8	3				60
		使用時間		19:00	104:00	98:20	15:20	53:15	4:15	62:50	17:15				374:15
科学分析支援センター		使用回数		1										1	
		使用時間		1:55										1:55	
合計	使用回数			5	10	18	4	10	3	8	3				61
	使用時間			20:55	104:00	98:20	15:20	53:15	4:15	62:50	17:15				376:10
稼働日数				5	10	14	2	9	2	8	2				52
使用人数				3	2	3	1	3	1	1	1				15

四重極 GC 質量分析装置 SCION SQ 使用実績

(稼働日数 62 日・使用時間 390 時間)

3F 質量分析室(1)		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
科学分析支援センター	使用回数	4	3	5	7	4	7	6	10	11	4	2		63
	使用時間	19:15	18:00	25:00	32:05	21:00	36:00	36:00	80:35	70:05	40:00	12:00		390:00
合計	使用回数	4	3	5	7	4	7	6	10	11	4	2		63
	使用時間	19:15	18:00	25:00	32:05	21:00	36:00	36:00	80:35	70:05	40:00	12:00		390:00
	稼働日数	4	3	5	7	4	7	6	9	11	4	2		62
	使用人数	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1		18

飛行時間型質量分析装置 AutoflexIII 使用実績

(稼働日数 208 日・使用時間 454 時間)

3F 質量分析室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	12	32	24	12	7	21	14	20	6	10	15	7	180
		使用時間	6:20	15:35	15:55	9:20	5:30	12:25	9:05	11:10	3:35	8:05	8:55	5:15	111:10
	分子生物	使用回数				3	2				2				7
		使用時間				5:00	2:25				3:30				
工学部	電気電子	使用回数		5											5
		使用時間		3:30											
	応用化学	使用回数	13	33	43	36	31	54	52	52	43	43	35	16	451
		使用時間	6:45	16:45	22:30	19:05	15:35	25:40	24:25	21:40	21:55	25:15	17:00	5:50	222:25
共同研究員		使用回数	2		3	3	5	1	2	8	2	1	4		31
		使用時間	1:10		2:40	0:50	2:25	0:25	1:00	5:10	1:50	0:15	3:30		19:15
科学分析支援センター		使用回数	8	2	8	5	5	7	1	3	1	1		2	43
		使用時間	19:00	6:00	17:00	9:35	10:40	15:05	2:00	4:30	1:30	1:00			1:15
合計	使用回数		35	72	78	59	50	83	69	83	54	55	54	25	717
	使用時間		33:15	41:50	58:05	43:50	36:35	53:35	36:30	42:30	32:20	34:35	29:25	12:20	454:50
稼働日数			15	20	22	21	15	19	21	19	15	16	17	8	208
使用人数			16	25	25	24	18	31	27	30	24	24	20	13	277

高分解能磁場型質量分析装置 JMS700AM 使用実績

(稼働日数 165 日・使用時間 328 時間)

3F 質量分析室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	1	11	9	19	15	33	27	18	9	11	15	7	175
		使用時間	0:25	8:00	7:40	18:55	15:05	20:10	19:15	11:40	4:10	6:15	9:40	7:05	128:20
工学部	応用化学	使用回数	1	5	3	4		4	9	7	7	6	2	3	51
		使用時間	1:00	7:05	6:15	5:45		12:20	11:15	7:30	2:50	4:15	3:45	4:20	66:20
科学分析支援センター		使用回数	7	6	3	9	3	3	6	1	5	7	3	5	58
		使用時間	10:45	15:00	10:00	23:55	7:00	4:00	10:00	2:00	8:40	14:10	13:00	15:30	134:00
合計	使用回数		9	22	15	32	18	40	42	26	21	24	20	15	284
	使用時間		12:10	30:05	23:55	48:35	22:05	36:30	40:30	21:10	15:40	24:40	26:25	26:55	328:40
	稼働日数		5	15	12	17	9	16	20	17	13	14	14	13	165
	使用人数		6	14	9	12	8	12	14	13	10	10	7	8	123

ナノフローLC 質量分析装置 Nanofrontier-eLD 使用実績

(稼働日数 3 日・使用時間 8 時間)

3F 質量分析室(1)		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
科学分析支援センター	使用回数	3	2											5
	使用時間	5:30	3:00											8:30
合計	使用回数	3	2											5
	使用時間	5:30	3:00											8:30
稼働日数		2	1											3
使用人数		1	1											2

示差走査熱量計 DSC214 polyma 使用実績

(稼働日数 90 日・使用時間 374 時間)

4F 材料解析室(1)		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	10		2	1	2		3		1			19
		使用時間	45:55		8:00	1:00	6:10		7:25		0:10			68:40
	分子生物	使用回数	2	7										9
		使用時間	11:45	57:35										69:20
工学部	応用化学	使用回数		1		4	1	5	10	1	8	7		37
		使用時間		0:30		18:50	2:45	20:30	42:35	2:40	22:30	26:40		137:00
科学分析支援センター	使用回数		2	3		2			2				5	14
		使用時間		7:20	20:30		10:00		7:30				54:00	99:20
合計	使用回数	12	10	5	5	4	1	8	12	1	9	7	5	79
	使用時間	57:40	65:25	28:30	19:50	16:10	2:45	27:55	50:05	2:40	22:40	26:40	54:00	374:20
稼働日数		3	1		10	10	6	12	18	11	10	6	3	90
使用人数		1	1		5	6	4	7	5	4	3	2	2	40

示差熱重量測定装置 STA2500 使用実績

(稼働日数 99 日・使用時間 471 時間)

4F 材料解析室(1)		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	4	3	10	6	3	3	3	1	3	1	1	38
		使用時間	16:55	6:00	48:55	26:55	5:25	7:10	12:40	1:40	12:30	2:00	6:00	146:10
工学部	電気電子	使用回数	3	4	8	6	2	2	5	3				35
		使用時間	15:00	16:15	36:30	18:55	10:00	12:00	6:15	21:00	13:00			148:55
	応用化学	使用回数			1	1			2	1	2	8	2	17
		使用時間			3:40	3:00			3:05	4:00	10:00	35:15	10:00	69:00
科学分析支援センター	使用回数	4	1	2			1		4		4	3	2	21
		使用時間	22:00	3:30	13:00		5:10		19:00		21:20	10:00	13:00	107:00
合計	使用回数	11	8	21	13	5	6	5	12	7	7	12	4	111
	使用時間	53:55	25:45	102:05	48:50	15:25	24:20	18:55	44:45	29:30	33:20	51:15	23:00	471:05
稼働日数		11	7	18	11	5	6	5	10	7	7	8	4	99
使用人数		3	5	7	5	2	4	4	6	5	3	5	2	51

示差熱重量発生ガス分析装置 STA2500+JMS-Q1500GC 使用実績

(稼働日数 2 日・使用時間 12 時間)

4F 材料解析室(1)		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
科学分析支援センター	使用回数						1		2					3
	使用時間						5:10		7:30					12:40
合計	使用回数						1		2					3
	使用時間						5:10		7:30					12:40
稼働日数							1		1					2
使用人数							1		1					2

X 線光電子分析装置 AXIS-NOVA 使用実績

(稼働日数 68 日・使用時間 1774 時間)

4F X線実験室		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数			1	1	2	3	1	2	4	1		15
		使用時間			2:00	24:00	29:50	72:00	24:00	47:20	71:35	24:00		294:45
工学部	電気電子	使用回数			3	2		2	1	3		1		12
		使用時間			32:40	48:00		47:00	22:15	69:15		4:00		223:10
	応用化学	使用回数				3	3	4	2	5	7	1	1	26
		使用時間				72:00	72:00	96:00	48:00	120:00	144:15	24:00	21:15	597:30
科学分析支援センター	使用回数				4	2	3	1	1	3	2		1	17
		使用時間			92:20	34:00	78:10	31:30	31:30	175:00	193:00		24:00	659:30
合計	使用回数				8	8	8	10	5	13	13	3	2	70
	使用時間				127:00	178:00	180:00	246:30	125:45	411:35	408:50	52:00	45:15	1774:55
稼働日数					7	8	8	10	5	13	12	3	2	68
使用人数					3	6	6	7	5	10	8	3	2	50

走査型プローブ顕微鏡 Multimode8 使用実績

(稼働日数 112 日 使用時間 386 時間)

4F 材料解析室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数								7			2		9
		使用時間								10:50			4:00		14:50
工学部	電気電子	使用回数	6	4	10	16	6	12	34	3	4	6	9		110
		使用時間	9:25	4:55	17:00	28:45	9:05	22:00	52:05	6:00	6:50	11:30	14:45		182:20
	応用化学	使用回数	4	2	11	21	2	2	9	19		13	2	2	87
		使用時間	5:05	2:10	17:45	28:55	4:00	1:00	15:30	28:50		20:30	3:35	4:00	131:20
科学分析支援センター		使用回数		1	2	1	3	1	1	1			1	1	12
		使用時間		3:00	9:30	6:00	16:00	6:00	6:00	3:30			1:30	6:00	57:30
合計	使用回数		10	7	23	38	11	15	44	30	4	19	14	3	218
	使用時間		14:30	10:05	44:15	63:40	29:05	29:00	73:35	49:10	6:50	32:00	23:50	10:00	386:00
		稼働日数	5	6	13	17	7	10	19	14	3	8	8	2	112
		使用人数	3	4	9	11	6	9	12	9	2	7	6	2	80

表面形状解析レーザー顕微鏡 VK-X 3050 使用実績

(稼働日数 70 日 使用時間 121 時間)

3F 分析電子顕微鏡室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	電気電子	使用回数	3	1	5	4	2	4	15	3	6	5	1		49
		使用時間	5:00	2:00	5:45	6:00	2:20	6:00	18:55	3:40	10:30	4:55	1:00		66:05
	応用化学	使用回数						1			2				3
		使用時間						1:00			1:00				2:00
科学分析支援センター		使用回数	2	3	2	5	4	2	7	6		1			32
		使用時間	3:30	7:00	4:00	8:10	3:30	2:30	15:00	9:10		1:00			53:50
合計	使用回数		5	4	7	9	6	7	22	9	8	6	1		84
	使用時間		8:30	9:00	9:45	14:10	5:50	9:30	33:55	12:50	11:30	5:55	1:00		121:55
稼働日数			5	4	6	8	6	6	16	7	7	4	1		70
使用人数			3	3	6	5	4	6	8	5	3	4	1		48

接触角測定装置 DMS-401 使用実績

(稼働日数 22 日 使用時間 29 時間)

4F 生物系実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	電気電子	使用回数				1			6			5	6	4	22
		使用時間				2:45			5:25			4:40	6:30	4:05	23:25
科学分析支援センター		使用回数							1			2			3
		使用時間							1:00			5:00			6:00
合計	使用回数					1			7			7	6	4	25
	使用時間					2:45			6:25			9:40	6:30	4:05	29:25
稼働日数						1			6			5	6	4	22
使用人数						1			3			3	1	1	9

汎用走査型電子顕微鏡 SU1510 使用実績

(稼働日数 193 日・使用時間 972 時間)

3F 分析電子顕微鏡室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
教育学部		使用回数							3	1	1				5
		使用時間							6:00	2:30	2:30				11:00
理学部	物理	使用回数	1	3	7	4	1	1				1			18
		使用時間	3:00	6:30	20:30	8:30	2:00	3:00			1:00				44:30
	基礎化学	使用回数		1	1										2
		使用時間		3:00	3:00										6:00
工学部	機械	使用回数							1			5		3	9
		使用時間							3:40			26:35		6:20	36:35
	電気電子	使用回数	5	12	22	30	11	14	20	13	11	19	14	7	178
		使用時間	13:00	34:00	54:35	63:30	23:50	34:20	50:10	26:50	29:30	49:55	41:40	13:30	434:50
	応用化学	使用回数	3	9	9	10	8	4	15	9	7	7	4	6	91
		使用時間	8:30	22:30	19:55	25:15	26:50	10:05	37:00	29:30	21:10	19:50	9:05	15:50	245:30
	環境社会	使用回数								1	2	1	1		5
		使用時間								2:30	6:30	1:10	4:00		14:10
共同研究員		使用回数						48:00	72:00	24:00			24:00		168:00
		使用時間						6:30	7:50	4:00			4:30		22:50
科学分析支援センター		使用回数	5	4	7	8	1	2	4	3	1	2	3		40
		使用時間	20:00	13:25	30:00	30:30	4:00	8:00	16:00	12:00	4:00	7:00	12:30		157:25
合計	使用回数		14	29	46	52	21	23	46	28	23	34	23	16	355
	使用時間		44:30	79:25	128:00	127:45	56:40	61:55	120:40	77:20	64:40	104:30	71:45	35:40	972:50
稼働日数			11	18	22	21	11	13	21	17	14	17	15	13	193
使用人数			8	16	18	23	18	16	21	18	16	16	14	7	191

低温低真空走査型電子顕微鏡 S-3400N 使用実績

(稼働日数 46 日・使用時間 1536 時間)

3F 分析電子顕微鏡室(2)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	物理	使用回数						2			1	3			6
		使用時間						4:30			5:00	9:30			19:00
工学部	電気電子	使用回数							1	4	2	1	1	1	10
		使用時間							2:00	11:30	6:30	2:30	1:30	1:55	25:55
共同研究員		使用回数		3	1				3		1	1			9
		使用時間		12:15	3:00				10:40		5:40	3:00			
科学分析支援センター		使用回数	1	1	1	5	7	1		1	1	2	1	6	27
		使用時間	3:00	2:40	3:30	262:00	294:30	248:00		248:00	4:00	6:00	266:30	119:00	1457:10
合計	使用回数		1	4	2	5	7	3	4	5	5	7	2	7	52
	使用時間		3:00	14:55	6:30	262:00	294:30	252:30	12:40	259:30	21:10	21:00	268:00	120:55	1536:40
稼働日数			1	3	2	5	4	2	3	5	5	7	2	7	46
使用人数			1	2	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	27

高分解能走査型電子顕微鏡 S-4800 使用実績

(稼働日数 78 日・使用時間 238 時間)

1F 高分解能電子顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	電気電子	使用回数	1	3		6	1	6	10	5	2	4	1	2	41
		使用時間	2:30	5:10		15:35	1:00	12:20	17:40	10:10	4:40	6:35	1:00	5:00	81:40
	応用化学	使用回数	3	5	3	5	1	2	4	3	2	2	1		31
		使用時間	6:45	12:15	9:00	13:50	4:00	4:15	9:30	7:00	5:30	7:00	2:00		81:05
共同研究員		使用回数									1			1	2
		使用時間									4:00			3:00	7:00
科学分析支援センター		使用回数	5		2	5					2			4	18
		使用時間	19:30		7:50	18:55					8:00			14:00	68:15
合計	使用回数		9	8	5	16	2	8	14	8	7	6	2	7	92
	使用時間		28:45	17:25	16:50	48:20	5:00	16:35	27:10	17:10	22:10	13:35	3:00	22:00	238:00
稼働日数			8	8	5	12	2	8	9	6	7	5	2	6	78
使用人数			5	5	3	8	2	3	7	5	5	4	2	5	54

超高分解能走査型電子顕微鏡 Regulus-8220 使用実績

(稼働日数 18 日・使用時間 56 時間)

1F 高分解能電子顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	電気電子	使用回数			1	2	1	1		1	1	2	1	5	15
		使用時間			2:10	4:25	1:25	3:10		2:00	2:00	6:55	2:30	13:20	37:55
科学分析支援センター		使用回数					2	1		2				5	
		使用時間					10:30	4:00			4:00				18:30
合計		使用回数			1	2	3	2		1	3	2	1	5	20
		使用時間			2:10	4:25	11:55	7:10		2:00	6:00	6:55	2:30	13:20	56:25
稼働日数				1	2	3	2		1	2	2	1	4	18	
使用人数				1	1	3	2		1	2	1	1	2	14	

透過型電子顕微鏡(200kV) Tecnai G2 20 使用実績

(稼働日数 16 日・使用時間 106 時間)

1F 高分解能電子顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
科学分析支援センター	使用回数			4			7	2	1		3				17
	使用時間			25:25			46:45	14:00	7:00		13:45				106:55
合計	使用回数			4			7	2	1		3				17
	使用時間			25:25			46:45	14:00	7:00		13:45				106:55
稼働日数				4			7	2	1		2				16
使用人数				1			2	1	1		2				7

透過型電子顕微鏡(120kV) H-7500 使用実績

(稼働日数 20 日・使用時間 126 時間)

理学部2号館2F 電子顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
科学分析支援センター	使用回数		4	2		2		1				4	3	4	20
	使用時間		25:15	13:30		10:00		6:20				27:45	21:00	22:45	126:35
合計	使用回数		4	2		2		1				4	3	4	20
	使用時間		25:15	13:30		10:00		6:20				27:45	21:00	22:45	126:35
稼働日数			4	2		2		1				4	3	4	20
使用人数			1	1		1		1				1	1	1	7

共焦点レーザー顕微鏡 FV1000-D 使用実績

(稼働日数 100 日 使用時間 306 時間)

4F 共焦点レーザー顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	分子生物	使用回数			12	12	6	1	5		2				38
		使用時間			19:15	23:40	14:50	0:30	7:15		2:30				68:00
	生体制御	使用回数	1	4	1	5	1	3	2	3	3	4	2	2	31
		使用時間	2:00	4:00	2:00	11:00	2:00	5:00	4:00	7:00	5:00	7:00	3:30	4:30	57:00
工学部	応用化学	使用回数	6	7	11	12		1	30	23	13	2	5	1	111
		使用時間	9:15	12:15	16:05	14:15		0:25	48:55	37:20	20:00	1:30	9:10	3:00	172:10
科学分析支援センター		使用回数		1	1			1	1					4	
		使用時間		2:00	2:00				2:00	3:45					9:45
合計	使用回数		7	12	25	29	7	5	38	27	18	6	7	3	184
	使用時間		11:15	18:15	39:20	48:55	16:50	5:55	62:10	48:05	27:30	8:30	12:40	7:30	306:55
稼働日数			4	8	12	16	4	4	18	12	7	5	7	3	100
使用人数			2	8	9	10	5	4	6	6	5	4	4	3	66

誘導結合プラズマ発光分析装置 5800 VDV 使用実績

(稼働日数 63 日・使用時間 166 時間)

4F 分光室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
教育学部		使用回数									1			1	2
		使用時間									3:30			4:00	7:30
理学部	物理	使用回数		1	2		2	2	1	1	2				11
		使用時間		2:00	2:00		4:00	5:30	3:00	2:35	4:00				23:05
工学部	応用化学	使用回数	5		1	1	1		4	1	2	3	1	2	21
		使用時間	10:35		2:15	2:00	2:00		5:10	6:00	4:55	8:45	3:00	6:05	50:45
	環境社会	使用回数	2	2	3	3	2	1				4	2		19
		使用時間	4:00	5:00	6:05	5:40	5:00	1:40				5:55	2:05		35:25
科学分析支援センター		使用回数		3	2	3		1		7	5	1			22
		使用時間		7:00	2:50	6:30		2:30		20:40	8:40	1:50			50:00
合計	使用回数		7	6	8	7	5	4	5	9	10	8	3	3	75
	使用時間		14:35	14:00	13:10	14:10	11:00	9:40	8:10	29:15	21:05	16:30	5:05	10:05	166:45
		稼働日数	7	5	6	5	5	3	5	8	6	7	3	3	63
		使用人数	2	4	7	4	4	3	3	4	5	5	2	3	46

小型蛍光寿命測定装置 Quantaaurus-Tau 使用実績

(稼働日数 92 日・使用時間 243 時間)

4F 分光室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数			7	3		3	3	7	15	19	5	6	68
		使用時間			12:50	1:10		5:00	3:00	12:55	22:20	21:35	5:05	2:10	86:05
	分子生物	使用回数				72:00	144:00	72:00	48:00	24:00	96:00	48:00			504:00
		使用時間				4:30	6:55	5:30	2:10	0:55	6:05	2:50			
工学部	応用化学	使用回数	1	6	10	12	2		3	4	1	6	3	3	51
		使用時間	1:30	8:45	22:15	30:40	3:35		3:30	18:15	1:20	9:40	2:45	4:30	106:45
科学分析支援センター		使用回数		2	1	1			1	3			1		9
		使用時間		4:00	1:25	2:00			4:00	9:00			1:30		
合計	使用回数		1	8	18	19	8	6	9	15	20	27	9	9	149
	使用時間		1:30	12:45	36:30	38:20	10:30	10:30	12:40	41:05	29:45	34:05	9:20	6:40	243:40
稼働日数			1	6	11	12	6	5	7	9	10	14	6	5	92
使用人数			1	6	8	9	5	3	6	9	4	11	5	4	71

ZETA 電位・粒子径・分子量測定装置 ELSZ-2000ZS 使用実績

(稼働日数 111 日・使用時間 259 時間)

4F 材料解析室(2)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
教育学部		使用回数							1	5	12	3			21
		使用時間							2:30	9:15	28:45	7:10			47:40
理学部	基礎化学	使用回数		3	14	4	5	12	2	4	8	2	3		57
		使用時間		1:40	9:05	2:05	3:15	7:00	0:35	4:30	5:35	1:05	2:05		36:55
	分子生物	使用回数	24:00	48:00	48:00	264:00	24:00		120:00						528:00
		使用時間	2:00	7:05	5:15	19:55	3:35		15:10						53:00
工学部	応用化学	使用回数		2	1		4	1	1	2	2			2	15
		使用時間		3:30	2:00		8:50	1:30	1:00	3:40	2:00			5:15	27:45
	環境社会	使用回数				1					6	1	1	3	12
		使用時間				1:00					10:00	4:00	2:30	3:45	21:15
共同研究員		使用回数		24:00	24:00			24:00	24:00		72:00		24:00		192:00
		使用時間		1:20	0:55			2:00	1:00		6:00		2:00		13:15
科学分析支援センター		使用回数	6	3	2	4	1	1	1	3	1	1			23
		使用時間	17:50	8:40	3:00	8:20	2:00	1:30	2:00	11:00	2:30	3:00			59:50
合計	使用回数		7	11	20	20	11	15	11	14	32	7	5	5	158
	使用時間		19:50	22:15	20:15	31:20	17:40	12:00	22:15	28:25	54:50	15:15	6:35	9:00	259:40
稼働日数			7	9	12	13	10	11	10	10	16	5	5	3	111
使用人数			2	5	8	7	7	7	7	7	10	4	4	2	70

蛍光 X 線分析装置 AXIOS 使用実績

(稼働日数 14 日・使用時間 69 時間)

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	応用化学	使用回数							2	2	4	3	1	1	13
		使用時間							10:00	11:00	19:30	18:00	6:00	2:00	66:30
科学分析支援センター		使用回数												1	1
		使用時間												3:00	3:00
合計		使用回数							2	2	4	3	1	2	14
		使用時間							10:00	11:00	19:30	18:00	6:00	5:00	69:30
		稼働日数							2	2	4	3	1	2	14
		使用人数							2	2	1	2	1	2	10

卓上型粉末 X 線回折装置 (水平型) D2 PHASER 使用実績

(稼働日数 205 日・使用時間 670 時間)

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	3	7	7	5	5	5	6	2	3	1	4	1	49
		使用時間	2:25	10:15	9:25	6:25	3:20	3:40	5:00	2:15	5:45	0:40	13:50	0:30	63:30
工学部	電気電子	使用回数	3	4	17	28	11	17	33	14	10	7	7	7	158
		使用時間	5:00	5:25	24:05	36:00	12:30	22:05	34:00	14:50	9:30	10:00	6:20	6:55	186:40
	応用化学	使用回数	11	15	10	15	21	14	27	25	26	27	14	7	212
		使用時間	15:05	25:05	11:45	20:40	27:50	20:10	43:20	45:35	43:15	44:40	19:15	9:20	326:00
科学分析支援センター		使用回数	1	3	5	1		1	10	8	4	3			36
		使用時間	2:00	7:30	9:00	2:30		2:00	26:40	23:30	13:20	8:00			94:30
合計	使用回数		18	29	39	49	37	37	76	49	43	38	25	15	455
	使用時間		24:30	48:15	54:15	65:35	43:40	47:55	109:00	86:10	71:50	63:20	39:25	16:45	670:40
稼働日数			12	17	20	20	15	18	22	21	17	16	15	12	205
使用人数			12	18	20	25	14	16	22	21	19	18	13	9	207

粉末 X 線回折装置 (水平型) UltimaⅢ 使用実績

(稼働日数 135 日・使用時間 419 時間)

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
教育学部											2				2
											2:00				2:00
工学部	電気電子	使用回数	20	15	13	22	10	9	31	15	33	10	16	4	198
		使用時間	26:55	20:45	21:20	38:15	20:35	17:05	49:55	19:40	55:50	15:05	26:20	9:20	321:05
	応用化学	使用回数	3	2	4	4		1	2	8	7	9	2	3	45
		使用時間	4:30	3:00	7:00	7:15		1:20	5:00	12:00	9:30	13:40	2:50	7:45	73:50
	環境社会	使用回数										3			3
		使用時間										3:20			3:20
科学分析支援センター		使用回数	3		4					1	1				9
		使用時間	6:00		9:30					2:00	1:20				18:50
合計		使用回数	26	17	21	26	10	10	33	24	43	22	18	7	257
		使用時間	37:25	23:45	37:50	45:30	20:35	18:25	54:55	33:40	68:40	32:05	29:10	17:05	419:05
		稼働日数	10	11	15	15	9	8	14	10	17	11	8	7	135
		使用人数	12	9	11	16	6	6	15	12	14	10	8	3	122

高輝度二次元X線回折装置 D8 DISCOVER 使用実績

(稼働日数 9 日・使用時間 37 時間)

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	電気電子	使用回数						2				5	1		8
		使用時間						4:50				10:35	4:00		19:25
科学分析支援センター		使用回数					2		1						3
		使用時間					10:30		7:30						18:00
合計		使用回数					2	2	1			5	1		11
		使用時間					10:30	4:50	7:30			10:35	4:00		37:25
稼働日数							2	2	1			3	1		9
使用人数							1	1	1			1	1		5

多機能粉末X線回折装置 D8 ADVANCE 使用実績

(稼働日数 31 日・使用時間 202 時間)

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	応用化学	使用回数		1		2	1		6	7	10	3	3		33
		使用時間		21:05		5:00	6:00		25:35	18:15	64:45	30:45	24:25		195:50
科学分析支援センター		使用回数								1					1
		使用時間								6:30					6:30
合計		使用回数		1		2	1		6	8	10	3	3		34
		使用時間		21:05		5:00	6:00		25:35	24:45	64:45	30:45	24:25		202:20
稼働日数				1		2	1		6	8	8	3	2		31
使用人数				1		2	1		2	4	5	2	2		19

高速粉末 X 線回折装置 (水平型) D8 ADVANCE ECO 使用実績

(稼働日数 182 日・使用時間 434 時間)

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数			2	2		2				1	9		16
		使用時間			0:50	3:15		1:00				1:00	11:20		17:25
工学部	電気電子	使用回数	10	37	54	55	18	18	39	40	27	23	15	12	348
		使用時間	10:50	42:50	60:55	63:25	20:50	20:50	46:15	47:50	36:10	21:05	12:30	14:45	398:15
	応用化学	使用回数				1	1				1		1		4
		使用時間				1:00	1:00				1:10		1:00		4:10
科学分析支援センター		使用回数	1	2	1		2						3	2	11
		使用時間	1:00	5:00	2:00		1:00						4:00	1:30	14:30
合計		使用回数	11	39	57	58	21	20	39	40	28	24	28	14	379
		使用時間	11:50	47:50	63:45	67:40	22:50	21:50	46:15	47:50	37:20	22:05	28:50	16:15	434:20
		稼働日数	8	18	21	20	10	13	17	19	14	13	16	13	182
		使用人数	7	14	14	16	12	7	12	14	13	12	11	5	137

高輝度 CCD 型単結晶構造解析装置 SMART APEX II 使用実績

(稼働日数 15 日・使用時間 240 時間)

4F 単結晶構造解析室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	物理	使用回数	1												1
		使用時間	24:00												24:00
	基礎化学	使用回数	1	6			2								9
		使用時間	23:45	72:45			0:55								97:25
科学分析支援センター		使用回数	2	4											6
		使用時間	54:40	64:45											119:25
合計	使用回数		4	10			2								16
	使用時間		102:25	137:30			0:55								240:50
稼働日数			4	10			1								15
使用人数			3	3			1								7

顕微レーザーラマン分光光度計 inVia 使用実績

(稼働日数 167 日・使用時間 472 時間)

4F 分光室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	9	18	16	15	6	10	24	29	34	22	16	19	218
		使用時間	9:45	20:30	18:00	21:20	8:30	13:00	33:35	37:20	39:15	27:30	17:45	23:20	269:50
工学部	機械	使用回数				3					2				5
		使用時間				6:00					3:30				9:30
	電気電子	使用回数	2	6	1	2		6	22	15	14	17		1	86
		使用時間	1:55	7:05	2:15	1:05		9:15	32:00	23:30	19:15	25:05		1:30	122:55
	応用化学	使用回数				1		1		1			1	1	5
		使用時間				2:00		1:50		2:00			2:00	0:50	8:40
共同研究員					72:00		48:00			48:00					168:00
					3:45		2:30			1:25					7:40
科学分析支援センター		使用回数	3		1	1	2	2	6	3	1		1	4	24
		使用時間	7:00		2:30	2:00	5:00	5:30	13:10	4:00	3:00		2:00	9:30	53:40
合計	使用回数	14	24	21	22	10	19	52	50	51	39	18	25	345	
	使用時間	18:40	27:35	26:30	32:25	16:00	29:35	78:45	68:15	65:00	52:35	21:45	35:10	472:15	
稼働日数		9	15	13	18	7	11	20	19	16	16	10	13	167	
使用人数		8	8	7	11	5	10	20	15	17	9	7	11	128	

汎用フーリエ変換赤外分光光度計 TENSOR II 使用実績

(稼働日数 98 日・使用時間 149 時間)

3F 核磁気共鳴室		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計	
理学部	基礎化学	使用回数	2	5	5	1	1	2	3	7	2	2	3	1	34
		使用時間	1:20	2:30	2:25	0:35	0:35	1:45	3:15	6:05	2:00	0:40	2:20	1:25	24:55
工学部	応用化学	使用回数	2	1	8	13	2	3	4	3	2	10	1		49
		使用時間	1:00	1:00	10:35	13:15	3:35	2:30	3:20	3:30	3:00	15:30	0:45		58:00
共同研究員		使用回数					1			2		4			7
		使用時間					1:00			1:10		3:45			5:55
科学分析支援センター		使用回数	2	6	4	1	4	3	3	8	2	4	7	2	46
		使用時間	3:25	12:55	8:30	0:25	2:30	1:30	2:00	8:35	2:30	8:00	9:15	1:00	60:35
合計		使用回数	6	12	17	15	8	8	10	20	6	20	11	3	136
		使用時間	5:45	16:25	21:30	14:15	7:40	5:45	8:35	19:20	7:30	27:55	12:20	2:25	149:25
稼働日数		5	8	12	13	7	7	8	10	6	12	7	3	98	
使用人数		5	5	9	4	4	5	6	12	5	8	5	2	70	

顕微フーリエ変換赤外分光光度計 HYPERION 3000 使用実績

(稼働日数 4 日・使用時間 15 時間)

4F 分光室		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
科学分析支援センター	使用回数						1	1				1	1	4
	使用時間						5:00	5:00				2:00	3:00	15:00
合計	使用回数						1	1				1	1	4
	使用時間						5:00	5:00				2:00	3:00	15:00
稼働日数							1	1				1	1	4
使用人数							1	1				1	1	4

紫外可視近赤外分光光度計 V-770 使用実績

(稼働日数 33 日・使用時間 58 時間)

3F 質量分析室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数									3				3
		使用時間									2:35				2:35
工学部	応用化学	使用回数				1			2	3	2	1			9
		使用時間				2:00			2:30	4:00	3:00	2:00			
HiSEP		使用回数					3	4	3	3	2			2	17
		使用時間					3:50	5:40	3:35	4:00	3:30			2:05	22:40
科学分析支援センター		使用回数				1	1		1	2		3		2	10
		使用時間				2:00	2:00		2:30	4:00		6:30		3:00	20:00
合計	使用回数					2	4	4	6	8	7	4		4	39
	使用時間					4:00	5:50	5:40	8:35	12:00	9:05	8:30		5:05	58:45
稼働日数						2	4	4	6	5	5	4		3	33
使用人数						2	2	1	3	4	3	2		2	19

カーボンコーター CADE-E 使用実績

(稼働日数 10 日・使用時間 19 時間)

3F 分析電子顕微鏡室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	電気電子	使用回数			1	2	1		1		2	2			9
		使用時間			2:00	4:00	2:00		2:00		4:00	3:00			17:00
科学分析支援センター		使用回数		1											1
		使用時間		2:00											2:00
合計		使用回数		1	1	2	1		1		2	2			10
		使用時間		2:00	2:00	4:00	2:00		2:00		4:00	3:00			19:00
		稼働日数		1	1	2	1		1		2	2			10
		使用人数		1	1	2	1		1		2	2			10

オスミウムコーター Neco-STB 使用実績

(稼働日数 12 日・使用時間 13 時間)

3F 分析電子顕微鏡室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	電気電子	使用回数		4	1	2	2								9
		使用時間		4:00	1:00	2:00	1:15								8:15
科学分析支援センター		使用回数	1							1	1				3
		使用時間	2:00							2:00	1:00				5:00
合計		使用回数	1	4	1	2	2			1	1				12
		使用時間	2:00	4:00	1:00	2:00	1:15			2:00	1:00				13:15
稼働日数			1	4	1	2	2			1	1				12
使用人数			1	1	1	1	1			1	1				7

急速凍結装置 EM CPC 使用実績

(稼働日数 3 日・使用時間 13 時間)

3F 分析電子顕微鏡室(2)		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
科学分析支援センター	使用回数					2		1						3
	使用時間					10:00		3:45						13:45
合計	使用回数					2		1						3
	使用時間					10:00		3:45						13:45
稼働日数						2		1						3
使用人数						1		1						2

ウルトラミクロトーム ULTRACUT N 使用実績

(稼働日数 27 日・使用時間 140 時間)

4F 生物系実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
科学分析支援センター	使用回数				9	4					8		2	5	28
	使用時間				44:35	18:20					45:35		12:30	19:55	140:55
合計	使用回数				9	4					8		2	5	28
	使用時間				44:35	18:20					45:35		12:30	19:55	140:55
稼働日数					9	4					8		2	4	27
使用人数					1	1					1		1	1	4

プラズマクリーナー Model 1020 使用実績

(稼働日数 10 日・使用時間 13 時間)

1F 高分解能電子顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	電気電子	使用回数										2	3	4	9
		使用時間										4:00	4:30	4:00	12:30
科学分析支援センター		使用回数							1						1
		使用時間							1:00						1:00
合計		使用回数							1			2	3	4	10
		使用時間							1:00			4:00	4:30	4:00	13:30
		稼働日数							1			2	3	4	10
		使用人数							1			1	1	1	4

2023 年度アイソトープ実験施設利用実績

利用状況

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	合計
入室回数	39	43	87	141	158	225	258	380	375	263	86	14	2069
時間	9	7	28	36	44	85	81	50	98	61	20	0:30	523

核種別使用量（単位: MBq）

	³ H	¹⁴ C	³² P	³³ P	³⁵ S	¹²⁵ I
年度当初保管数量	46.3	60.7	31.6	0.0	68.0	0.0
受入等数量	37.0	0	46.2	0.0	74.0	0.0
使用数量	4.3	1.5	63.7	0.0	68.0	0.0
年度末保管数量	79.0	59.3	14.1	0.0	74.0	0.0

2023 年度動物飼育室利用実績

利用実績（入室回数）

	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	合計
一般飼育室	495	493	461	539	370	555	963	728	635	520	439	115	6313
SPF 室	14	22	12	14	11	9	15	14	9	18	22	8	168

使用数

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
マウス	GADD34	5	45	2	0	0	0	5	0	0	1	0	8	66
	C57BL/6	60	34	25	29	29	17	46	30	65	48	19	38	440
	C57/B6	18	17	21	1	4	19	52	5	30	9	14	27	217
	ICR	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	12
	小計	83	96	48	30	33	36	115	35	95	58	33	73	735
スnekス	kat	30	29	55	25	15	30	35	36	26	29	30	24	364
	小計	30	29	55	25	15	30	35	36	26	29	30	24	364

2023 年度科学分析支援センター機器等を使用した受賞

理学部 基礎化学科

受賞者 田中 泰地
指導教員 斎藤 雅一 教授
大会名 第 33 回基礎有機化学討論会, 第 50 回有機典型元素化学討論会
受賞内容 ポスター賞, Chemistry Letters Young Resercher Award
利用機器 核磁気共鳴装置, 電子スピン共鳴装置,
利用内容 合成した化合物の同定、純度決定、分子構造の解析

受賞者 前田 翔海
指導教員 中田 憲男 教授
大会名 第 50 回有機典型元素化学討論会
受賞内容 ベストプレゼンテーション賞
利用機器 核磁気共鳴装置, 赤外分光光度計, 示差走査熱量計
利用内容 合成した化合物ならびにポリマーの同定と物性評価

理学部 分子生物学科

受賞者 菊地 拓真
指導教員 小竹 敬久 教授
大会名 第 68 回低温生物工学会年会
受賞内容 ベストプレゼンテーション 賞
利用機器 共焦点レーザー顕微鏡, 低温低真空走査型電子顕微鏡
利用内容 植物は低温や乾燥にさらされた際に細胞壁の成分や構造を変化させるが, 科学分析センターの共焦点レーザー顕微鏡および低温低真空走査型分析電子顕微鏡を利用して, この変化を観察した

工学部 応用化学科

受賞者 山岸 由衣
指導教員 藤森 厚裕 准教授
大会名 第 72 回高分子学会年次大会
受賞内容 優秀ポスター賞
利用機器 粉末 X 線回折装置(水平型)
利用内容 ナノ粒子層の積層による構造色発現に際して, 層状周期を定量化する

2023 年科学分析支援センター機器使用研究業績

教育学部 自然科学専修 理科分野

Matsuoka K, Sato A, Ogawa Y, Okazaki K, Yada S, Yoshimura T. Micelle formation of dodecanoic acid with alkali metal counterions. *J Oleo Sci.* 2023;72(9):831-837. doi:10.5650/jos.ess23086 CO - JOSOAP

Matsuoka K, Asamoto D. Preferential removal of alkali metal using dodecanoic acid and sodium dodecyl sulfate in foam separation system. *J Oleo Sci.* 2023;72(5):543-548. doi:10.5650/jos.ess22422 CO - JOSOAP

理学部 基礎化学科

An J, Ishii A, Nakata N. Niobium Complexes Supported by Chalcogen-Bridged [OEO]-Type Bis(phenolate) Ligands (E = S, Se): Synthesis, Characterization, and Phenylacetylene Polymerization. *Molecules.* 2023;28(6):2573. doi:10.3390/molecules28062573 CO - MOLEFW

Sekiguchi J, Kazama Y, Ishii A, Nakata N. Synthesis of a homoleptic tris(silylene)-palladium(0) complex and a silylyne-bridged tetranuclear palladium cluster. *Chem Commun (Cambridge, United Kingdom).* 2023;59(65):9844-9847. doi:10.1039/d3cc02543h CO - CHCOFS

Tanaka M, Kamiyama S, Ishii A, Nakata N. 2-[2,6-Diisopropylphenyl]-4-phenyl-5H-5,9b[1',2']-benzonaphtho[1,2-b]pyrrol-2-ium Tetrafluoroborate. *Molbank.* 2023;2023(1):M1601. doi:10.3390/m1601 CO - MOLBAI

Takahashi S, Kamiyama S, Ishii A, Nakata N. Syntheses of Iminophosphoramido Chlorogermynes and Their Complexation with a Rhodium(I) Complex. *Chem – An Asian J.* 2024;19(4):e202300968. doi:https://doi.org/10.1002/asia.202300968

Ueda N, Maeda K, Ishii A, Nakata N. Isospecific polymerization of sterically bulky α -olefins catalyzed by zirconium(IV) complex possessing an [OSSO]-type bis(phenolate) ligand. *J Polym Sci.* 2024;62(1):125-131. doi:https://doi.org/10.1002/pol.20230617

Saito M, Suzuki T, Takahashi K, Seko S, Furukawa S, Fujii S. Creation of ($\sigma+\pi$)-Mixed Delocalization. *Chem Lett.* 2023;52(9):760-763. doi:10.1246/cl.230279 CO - CMLTAG

Saito M, Suzuki T, Takahashi K, Seko S, Furukawa S, Ishimura K. Sigma-Delocalization between Non-bonded Selenium Atoms on Multiply Se-substituted Benzenes. *Chem Lett.* 2023;52(2):97-99. doi:10.1246/cl.220489 CO - CMLTAG

Kuddus A, Yokoyama K, Fan W, Ueno K, Shirai H. Carrier Transport Properties in Few-Layer WS_{0.3}Se_{1.7}/(WO_x)WS_{0.3}Se_{1.7} Lateral p+-n Junctions Using a Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor (MOSFET) Structure. ACS Appl Electron Mater. 2023;5(3):1546-1557. doi:10.1021/acsaelm.2c01598 CO - AAEMBP

Mizukoshi Y, Fukuda T, Komori Y, Ishikawa R, Ueno K, Hase M. Ultrafast melting of charge-density wave fluctuations at room temperature in 1T-TiSe₂ monitored under non-equilibrium conditions. Appl Phys Lett. 2023;122(24):243101. doi:10.1063/5.0153161

Hasegawa T. The odor molecule and odor recognition mechanism. Nippon Keshohin Gijutsusha Kaishi. 2023;57(3):217-223. doi:10.5107/sccj.57.217 CO - NKGKF8

Hasegawa T, Azami J, Fujihara T, Yamada H. Aroma profile analysis of the characteristic animalic odor of spikenard. AIP Conf Proc. 2023;2642(1):20001. doi:10.1063/5.0110126 CO - APCPCS

Hasegawa T. Aroma and molecular structure. Kagaku to Kyoiku. 2023;71(3):86-89.

理学部 分子生物学科

Toriu M, Horie M, Kumaki Y, et al. Chloroplast translation factor EF-Tu of Arabidopsis thaliana can be inactivated via oxidation of a specific cysteine residue. Biochem J. 2023;480(5):307-318. doi:10.1042/bcj20220609 CO - BIJOAK

Napaumpaiporn P, Ogawa T, Sonoike K, Nishiyama Y. Improved capacity for the repair of photosystem II via reinforcement of the translational and antioxidation systems in Synechocystis sp. PCC 6803. Plant J. 2024;117(4):1165-1178. doi:https://doi.org/10.1111/tpj.16551

Kutsuno T, Chowhan S, Kotake T, Takahashi D. Temporal cell wall changes during cold acclimation and deacclimation and their potential involvement in freezing tolerance and growth. Physiol Plant. 2023;175(1):e13837. doi:10.1111/ppl.13837 CO - PHPLAI

Yoshida H, Okada S, Wang F, et al. Integrated genome-wide differentiation and association analyses identify causal genes underlying breeding-selected grain quality traits in japonica rice. Mol Plant. 2023;16(9):1460-1477. doi:https://doi.org/10.1016/j.molp.2023.09.002

Kikukawa K, Takigawa-Imamura H, Soga K, Kotake T, Higaki T. Smooth Elongation of Pavement Cells Induced by RIC1 Overexpression Leads to Marginal Protrusions of the Cotyledon in Arabidopsis thaliana. Plant Cell Physiol. 2023;64(11):1356-1371. doi:10.1093/pcp/pcad094

Ishikawa T, Takano S, Tanikawa R, Fujihara T, Atsuzawa K, Kaneko Y, Hihara Y. Acylated plastoquinone is a novel neutral lipid accumulated in cyanobacteria. PNAS Nexus 2023; 2(5):pgad092. doi: 10.1093/pnasnexus/pgad092

理学部 生体制御学科

Morishita M, Kobayashi K, Mitsuzuka M, et al. Two-step actions of testicular androgens in the organization of a male-specific neural pathway from the medial preoptic area to the ventral tegmental area for modulating sexually motivated behavior. *J Neurosci.* 2023;43(44):7322-7336. doi:10.1523/jneurosci.0361-23.2023 CO - JNRSDS

Wada R, Takemi S, Matsumoto M, Iijima M, Sakai T, Sakata I. Molecular cloning and analysis of the ghrelin/GHSR system in *Xenopus tropicalis*. *Gen Comp Endocrinol.* 2023;331:114167. doi:10.1016/j.ygcen.2022.114167 CO - GCENA5

Yokota N, Takemi S, Sakata I. Effect of cholecystokinin on small intestinal motility in *suncus murinus*. *Gen Comp Endocrinol.* 2023;342:114352. doi:10.1016/j.ygcen.2023.114352 CO - GCENA5

Tsukada K, Hatakeyama S, Tanaka S. DNA interstrand crosslink repair by XPF-ERCC1 homologue confers ultraviolet resistance in *Neurospora crassa*. *Fungal Genet Biol.* 2023;164:103752. doi:10.1016/j.fgb.2022.103752 CO - FGBIFV

Tsukada K, Hatakeyama S, Tanaka S. A protocol for genetic analysis at different stages of the nuclear division cycle in *Neurospora crassa*. *Fungal Genet. Rep.* 67: Article 1 (2023)

Ichida H, Murata H, Hatakeyama S, Yamada A, Ohta A. Near-complete de novo assembly of *Tricholoma bakamatsutake* chromosomes revealed the structural divergence and differentiation of *Tricholoma* genomes. *G3 Genes|Genomes|Genetics.* 2023;13(11):jkad198. doi:10.1093/g3journal/jkad198

工学部 電気電子物理工学科

Sato K, Takahashi Y, Akisato S, et al. Spin-charge-coupled transverse resistance in an ambipolar conductor YH₂-based Hall-bar structure with perpendicularly magnetized current-injection electrodes. *Phys Scr.* 2023;98(4):45912. doi:10.1088/1402-4896/acc4f2

Sato R, Wasai Y, Izumi Y, Ueno K, Shirai H. Influence of Effective Mass on Carrier Concentration for PEDOT:PSS and S-PEDOT Thin Films Studied by Ellipsometry and Hall Measurement. *J Phys Chem C.* 2023;127(27):13196-13206. doi:10.1021/acs.jpcc.3c01497 CO - JPCCCK

Kuddus A, Yokoyama K, Fan W, Ueno K, Shirai H. Carrier Transport Properties in Few-Layer WS_{0.3}Se_{1.7}/(WO_x)WS_{0.3}Se_{1.7} Lateral p⁺-n Junctions Using a Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor (MOSFET) Structure. *ACS Appl Electron Mater.* 2023;5(3):1546-1557. doi:10.1021/acsaelm.2c01598 CO - AAEMBP

Onishi H, Shirai H. Silicon ultrafast recovery diode with leakage current reduced via the combined lifetime process of gold diffusion and electron-beam irradiation. *Semicond Sci Technol.* 2024;39(1):15011. doi:10.1088/1361-6641/ad14ec

Honda Z, Saito K, Kida T, Hagiwara M. Ferromagnetic Cu and ferrimagnetic Co layered hydroxides incorporating cinnamate derivative layers. *J Magn Magn Mater.* 2023;578:170815. doi:10.1016/j.jmmm.2023.170815 CO - JMMMD C

Kamishima K, Sekigawa T, Kakizaki K, Watanabe K. Synthesis of (Ca, Sr)-based W-type hexagonal ferrite. *J Magn Magn Mater.* 2023;574:170670. doi:10.1016/j.jmmm.2023.170670 CO - JMMMD C

Hasegawa Y, Takeuchi M. Measuring temperature dependence of dimensionless figure of merit of a thermoelectric module using time-domain impedance spectroscopy. *Rev Sci Instrum.* 2023;94(1):14902. doi:10.1063/5.0124602 CO - RSINAK

工学部 応用化学科

Abdelnasser S, Hakamata T, Ogihara H, Kurokawa H. Electrochemical oxidation of 1-propanol through proton exchange membrane electrolysis. *J Electroanal Chem.* 2023;928:117009. doi:10.1016/j.jelechem.2022.117009 CO - JECHES

Kawai S, Higuchi M, Yoshida-Hirahara M, Ogihara H, Kurokawa H. General Synthesis of MTiO₃ (M = Ba, Sr, Ca, Zn, and Mg) Using Water-soluble Ti complexes. *Chem Lett.* 2023;52(6):492-495. doi:10.1246/cl.230132 CO - CMLTAG

Kuramochi N, Yoshida-Hirahara M, Ogihara H, Kurokawa H. Proton exchange membrane electrolysis of methanol for simultaneously synthesizing formaldehyde and hydrogen. *Sustain Energy Fuels.* 2023;7(3):778-785. doi:10.1039/d2se01472f CO - SEFUA7

Takamura R, Tomono T, Yoshida-Hirahara M, Ogihara H, Kurokawa H. Dehydrogenative conversion of methane to C₂ hydrocarbons and aromatics over Pt/Al₂O₃ catalysts. *J Japan Pet Inst.* 2023;66(5):162-170. doi:10.1627/jpi.66.162 CO - JJPIAP

Tomono T, Takamura R, Yoshida-Hirahara M, et al. Dehydrogenative coupling of methane over Pt/Al₂O₃ catalysts: effect of hydrogen co-feeding. *Catal Sci Technol.* 2023;13(16):4656-4664. doi:10.1039/d3cy00612c CO - CSTAGD

Abdelnasser S, Hakamata T, Ogihara H, Kurokawa H. Electrochemical oxidation of 1-propanol through proton exchange membrane electrolysis. *J Electroanal Chem.* 2023;928:117009. doi:10.1016/j.jelechem.2022.117009 CO - JECHES

Kawai S, Higuchi M, Yoshida-Hirahara M, Ogihara H, Kurokawa H. General Synthesis of MTiO₃ (M = Ba, Sr, Ca, Zn, and Mg) Using Water-soluble Ti complexes. *Chem Lett.* 2023;52(6):492-495. doi:10.1246/cl.230132 CO - CMLTAG

Kuramochi N, Yoshida-Hirahara M, Ogihara H, Kurokawa H. Proton exchange membrane electrolysis of methanol for simultaneously synthesizing formaldehyde and hydrogen. *Sustain Energy Fuels*. 2023;7(3):778-785. doi:10.1039/d2se01472f CO - SEFUA7

Takamura R, Tomono T, Yoshida-Hirahara M, Ogihara H, Kurokawa H. Dehydrogenative conversion of methane to C2 hydrocarbons and aromatics over Pt/Al₂O₃ catalysts. *J Japan Pet Inst*. 2023;66(5):162-170. doi:10.1627/jpi.66.162 CO - JJPIAP

Tomono T, Takamura R, Yoshida-Hirahara M, et al. Dehydrogenative coupling of methane over Pt/Al₂O₃ catalysts: effect of hydrogen co-feeding. *Catal Sci Technol*. 2023;13(16):4656-4664. doi:10.1039/d3cy00612c CO - CSTAGD

Ohki H, Kinoshita H, Miura K. Palladium-Catalyzed Synthesis of 3,6-Diaryl-1-silylfulvenes: A Promising Entry for Preparing 1,3,6-Triarylfulvenes Bearing Three Different Aryl Groups. *Org Lett*. 2023;25(8):1331-1335. doi:10.1021/acs.orglett.3c00340 CO - ORLEF7

Ohki H, Kinoshita H, Miura K. Palladium-Catalyzed Synthesis of 3,6-Diaryl-1-silylfulvenes: A Promising Entry for Preparing 1,3,6-Triarylfulvenes Bearing Three Different Aryl Groups. *Org Lett*. 2023;25(8):1331-1335. doi:10.1021/acs.orglett.3c00340 CO - ORLEF7

Adachi R, Matsushita T, Koyama T, Hatano K, Matsuoka K. Synthetic assembly of a series of glycopolymers having sialyl α 2-3 lactose moieties connected with longer spacer arms. *Bioorg Med Chem*. 2023;81:117209. doi:10.1016/j.bmc.2023.117209 CO - BMECEP

Adachi R, Matsushita T, Koyama T, Hatano K, Matsuoka K. Use of a Longer Aglycon Moiety Bearing Sialyl α (2 $\rightarrow$ 3) Lactoside on the Glycopolymer for Lectin Evaluation. *Polym (Basel, Switzerland)*. 2023;15(4):998. doi:10.3390/polym15040998 CO - POLYCK

Matsushita T, Nozaki M, Sunaga M, Koyama T, Hatano K, Matsuoka K. Preparation of N-Linked-Type GlcNAc Monomers for Glycopolymers and Binding Specificity for Lectin. *ACS Omega*. 2023;8(40):37329-37340. doi:10.1021/acsomega.3c05151 CO - ACSODF

Matsushita T, Yamochi H, Omiya S, Koyama T, Hatano K, Matsuoka K. Proteolytic polymer: polyacrylamides functionalized with amino acids cleave bovine and human serum albumins. *Bioorg Med Chem*. 2023;92:117422. doi:10.1016/j.bmc.2023.117422 CO - BMECEP

Mohamad-Ramshan R, Ande C, Matsushita T, et al. Synthesis of 4-O-(4-amino-4-deoxy- β -D-xylopyranosyl)paromomycin and 4-S-(β -D-xylopyranosyl)-4-deoxy-4'-thio-paromomycin and evaluation of their antiribosomal and antibacterial activity. *Tetrahedron*. 2023;135:133330. doi:https://doi.org/10.1016/j.tet.2023.133330

Kodama S, Saito T, Yanase I, Takeda H. Synthesis and photoluminescence properties of divalent rare-earth-doped $\text{Li}_2\text{CaSiO}_4$. *J Ceram Soc Japan*. 2023;131(7):258-262. doi:10.2109/jcersj2.22163 CO - JCSJEW

Yanase I. CO_2 absorption of ceramics with a layered structure under water vapor. *Seramikkusu*. 2023;58(6):389-393.

Tezuka T, Inagaki Y, Kodama S, Takeda H, Yanase I. Spark plasma sintering and ionic conductivity of $\text{Li}_{1.3}\text{Al}_{0.3}\text{Ti}_{1.7}(\text{PO}_4)_3$ fine particles synthesized by glass crystallization. *Powder Technol*. 2023;429:118870. doi:https://doi.org/10.1016/j.powtec.2023.118870

Tasaki-Handa Y. Lanthanide ion exchange modulated via crystalline phase transition of a crystalline coordination polymer. *J Ion Exch*. 2023;34(1):1-6.

Chandrasekaran S, Tambo M, Yamazaki Y, et al. Enantioseparation of 3-Hydroxycarboxylic Acids via Diastereomeric Salt Formation by 2-Amino-1,2-diphenylethanol (ADPE) and Cinchonidine. *Molecules*. 2023;28(1):114. doi:10.3390/molecules28010114 CO - MOLEFW

Hirose T, Kikuchi Y, Nakano T, et al. Thermoreversible helical fibers from photoreactive triphenylene-derived liquid crystals in liquid paraffin. *Heliyon*. 2023;9(11):e22037. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e22037 CO - HELICI

Kodama K, Obata M, Sugimura S, Yuhara H, Hirose T. Development of Low-Molecular-Weight Organogelators from Cyclic β -Amino Acid: Effect of Stereochemistry and their Application on Visual Chiral Recognition of Amines. *Chem - A Eur J*. 2023;29(11):e202202692. doi:10.1002/chem.202202692 CO - CEUJED

Ishimaru Y, Ikeda R, Fujihara T. (31E,32Z,71E,72Z)-4,8-Bis(3,5-dichlorophenyl)-14,33,53,73-tetrapropyl-11H,32H,51H,72H-1,5(2,5),3,7(5,2)-tetrapyrrolo-2,6(2,5)-dithiophenacyclooctaphane. IUCrData. 2023;8(9):x230766. doi:10.1107/s2414314623007666 CO - IUCRBK

Ishimaru Y, Moteki T, Suzuki M, et al. Preparation of a Water-Soluble Glycopolymer Bearing Porphyrin Skeletons and Its Biological Properties. *ACS Omega*. 2023;8(40):37451-37460. doi:10.1021/acsomega.3c05581 CO - ACSODF

Harada K, Chu P, Xu K, Fujimori A. Polypropylene-based nanocomposite with improved mechanical properties: Effect of cellulose nanofiber and polyrotaxane with partial miscibility. *Polym Compos*. 2023;44(5):2977-2987. doi:10.1002/pc.27295 CO - PCOMDI

Hasunuma Y, Maeda M, Mashiyama Y, Kikuchi N, Fujimori A. Characterization of Coating Films of Thixotropic Solvent Gel Containing Organo-modified Nanodiamonds. *ChemistrySelect*. 2023;8(25):e202300305. doi:10.1002/slct.202300305 CO - CHEMUD

Hayasaki T, Harada K, Xu K, Almarasy AA, Fujimori A. Dispersion characteristics of polypropylene/organo-modified single-walled carbon nanotube composites with a long-chain phosphonic acid added as the third dispersant component and their drawn orientation. *Polym Bull (Heidelberg, Ger.)*. 2023;80(3):2413-2435. doi:10.1007/s00289-022-04175-5 CO - POBUDR

Kikuchi N, Yamagishi Y, Fujimori A. Appearance of Structural Color by Constructing Highly Regular Single-Particle Layers on a Water Surface of Organo-Modified Magnetite with Different Particle Diameter. *ChemistrySelect*. 2023;8(42):e202300061. doi:10.1002/slct.202300061 CO - CHEMUD

Maeda M, Shioda Y, Fujimori A. Rearrangement and morphological transition of DNA on adsorbent templates of hydrocarbon/fluorocarbon phase-separated monolayers. *Polym Eng Sci*. 2023;63(12):4051-4063. doi:10.1002/pen.26505 CO - PYESAZ

Otsuki Y, Terui R, Hoshino Y, Suzuki T, Shibasaki Y, Fujimori A. Spherulitic Characterization and Hierarchical Structural Evaluation of Azacalixarene-Polyethylene Glycol Copolymers Containing s-Triazine Rings. *Macromol Chem Phys*. 2023;224(17):2300117. doi:10.1002/macp.202300117 CO - MCHPES

Shioda Y, Maeda M, Fujimori A. Controlling the various phase-separated patterns in mixed monolayers of non-amphiphilic fluorinated derivatives and hydrogenated comb copolymers. *Colloids Surfaces, A Physicochem Eng Asp*. 2023;669:131475. doi:10.1016/j.colsurfa.2023.131475 CO - CPEAEH

Sugita S, Nakada R, Fujimori A. Phase separation patterned films of natural materials: Preparation of mixed monolayers of nanocellulose integrates and organo-modified nanoclays. *Polym Eng Sci*. 2023;63(9):2745-2758. doi:10.1002/pen.26402 CO - PYESAZ

Xu K, Harada K, Chu P, Fujimori A. Effect of Drawn Orientation on Polypropylene/Organo-Modified Carbon Nanotube Composites Containing Polyrotaxane and Nanocellulose. *Appl Compos Mater*. 2023;30(5):1513-1528. doi:10.1007/s10443-023-10137-5 CO - APCMEL

Xu K, Yamada Y, Mashiyama Y, Fujimori A. Biomolecular adsorption to interfacial single particle layer of organo-modified nanodiamond and its second-order structure. *J Oleo Sci*. 2023;72(7):681-691. doi:10.5650/jos.ess23015 CO - JOSOAP

Yamada Y, Xu K, Fujimori A. Utilization of Interfacial Films of Organo-Modified Carbon Nanotubes as Adsorption Templates for a Number of Biomolecules while Maintaining their Activity. *ChemistrySelect*. 2023;8(42):e202302340. doi:10.1002/slct.202302340 CO - CHEMUD

Yamagishi Y, Kikuchi N, Fujimori A. Occurrence of structural color by assembling single-particle layers of organo-modified nanodiamond. *Colloids Surfaces, A Physicochem Eng Asp.* 2023;677(Part_A):132309. doi:10.1016/j.colsurfa.2023.132309 CO - CPEAEH

Yamaguchi J, Sugita S, Otsuki Y, Tsukamoto T, Shibasaki Y, Fujimori A. Metal capture and desorption abilities of two types of organized films of polyguanamine derivatives with cyclic moiety and bulky or flexible linkers. *Colloids Surfaces, A Physicochem Eng Asp.* 2023;656(Part_B):130479. doi:10.1016/j.colsurfa.2022.130479 CO - CPEAEH

Yamaguchi J, Sugita S, Otsuki Y, Tsukamoto T, Shibasaki Y, Fujimori A. Formation behavior of monolayers on the water surface of water-soluble thermoplastic and insoluble-thermosetting copolymers with hyperbranched units containing s-benzenetricarbamide cores. *Colloids Surfaces, A Physicochem Eng Asp.* 2023;663:131120. doi:10.1016/j.colsurfa.2023.131120 CO - CPEAEH

Mashiyama Y, Hasunuma Y, Fujimori A, Solvent Selectivity in Helical/Linear Nanofiber-derived Gelation Imparted by Chiral/Achiral Thixotropic Additive Molecules, *J. Fiber Sci. Technol.* 2023;79(5):123-130. doi: 10.2115/fiberst.2023-0013

金子核, 住田雅夫*, 田中利明, 藤森厚裕, 久保内昌敏, “有機ハイブリッド制振材 PIEZON とその応用製品の特性”, 強化プラスチック, 2023, 69(2), 87-90.

Y. Otsuki, A. Fujimori,* “Molecular Arrangement of Long-Chain Ferrocenyl Derivatives Having Asymmetric Carbon in Their Organized Molecular Films and Formation of Its Helical Nanofibers.”, Chapter 6 of *Advances in Materials Science Research*, Vol. 58, Nova Science Publishers, 2023, 147-170. (ISBN: 979-8-88697-488-1, DOI: 10.52305/SREW6529)

Y. Yamada, Y. Otsuki, M. Maeda, A. Fujimori,* “DNA Adsorption to The Mixed Monolayer Template Including Comb Copolymer with Diamino-s-Triazine Ring.”, Chapter 5 of *Advances in Chemistry Research*, Vol. 82, Nova Science Publishers, 2023. (ISBN: 979-8-89113-179-8).

工学部 環境社会デザイン学科

Fobang EY, Fujino T, Meetiagoda TAO. Synergetic Effect of Chemical Coagulation and Electroflotation on Synthetic Palm Oil Mill Effluent Treatment. *Sustain Chem.* 2023;4(2):127-142. doi:10.3390/suschem4020010 CO - SCUHAT

Meetiagoda TAO, Takahashi T, Fujino T. Response surface optimization of chemical coagulation for solid-liquid separation of dairy manure slurry through Box-Behnken design with desirability function. *Heliyon.* 2023;9(7):e17632. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e17632 CO - HELICI

編集後記

2023 年度も、多くの利用者の皆様や関係各位の温かなご支援のおかげで、大きなトラブルなく無事に年度を終えることができました。装置講習や依頼分析に尽力いただいた総合技術支援センター関係者の皆様、機器維持にご協力いただいた大学関係者や企業の皆様に深く感謝申し上げます。また、学内外の利用者の皆様には、分析機器を丁寧に取り扱っていただき、円滑な運営に多大な貢献をいただきましたこと、心より御礼申し上げます。

2023 年は、侍ジャパンの WBC 制覇や大谷翔平選手の日本人初となるメジャー本塁打王達成など、明るい話題が国内外で注目を集め、多くの人々に希望と活力を与えました。その一方で、ジャニーズ事務所の問題が注目され、社会全体で人権や倫理を再考するきっかけとなりました。また、福島第一原発の処理水放出が国内外で賛否を巻き起こし、環境やエネルギー政策についての議論を深める年でもありました。こうした話題は、私たちの日常生活や研究活動にも影響を及ぼす重要なテーマであり、国際的な視点での考察の必要性を改めて感じさせます。

科学分野でも多くの進展が見られました。インドの月着陸船「チャンドラヤーン 3 号」の成功や、生成 AI の急速な発展、新しい Crispr 療法の承認など、研究や技術が人類の未来に大きな可能性をもたらすことを示しました。こうした革新的な成果は、私たちの研究や教育においても、さらなる挑戦と進歩を促す刺激となっています。

末筆ではございますが、本機関誌の発刊に際し、忙しい中ご寄稿いただいた皆様、そして編集、レイアウト、印刷業者との連絡などを引き受けてくださった新美智久主任技師に、心より感謝申し上げます。2024 年度も、教育と研究のさらなる発展を目指し、邁進してまいります。引き続きのご支援をよろしくお願い申し上げます。

(文責 機関誌編集委員長)

CACS FORUM

埼玉大学研究機構 科学分析支援センター機関誌

No. 15 2024. 12

発行者 埼玉大学研究機構 科学分析支援センター
さいたま市桜区下大久保 255
URL <http://www.mlsrc.saitama-u.ac.jp/>
TEL 048(858)3670 (ダイヤルイン)
FAX 048(858)3707



科学分析支援センター