

第16号

センターだより

岡山理科大学 研究・社会連携機構

総合機器センター

2016年度に岡山理科大学ビジョン2026が制定され、翌2017年度から5ヶ年の第I期アクションプラン（中期目標）が始まりました。今年はちょうど5年目で、そのまとめの年になります。総合機器センターの属する研究・社会連携機構は、重点項目として「研究の拠点化と重点化」をあげています。総合機器センターもこの目標達成のために、事業計画の立案、それに沿った活動、中間と年度末にその評価と次年度の計画の立案といったPDCAサイクルを回してきました。今回の巻頭言では、5年目のまとめのいくつかを記載させていただきます。

このアクションプラン期間中、毎年、連続して大型機器を導入し、学内の研究環境の向上に貢献することができました。2017年度には共焦点レーザー顕微鏡（C3号館2階）、2018年度には核磁気共鳴装置（A3号館2階）、2019年度には多目的X線回折装置（A3号館2階）、そして2020年度には遺伝子配列決定ハイスループット解析システム（獣医学部）を導入することができました。現在も装置1つが文科省の私学助成の申請中であります。さらに、次年度私学助成に申請する機器も、既に選定済みであります。獣医学部にも大型機器が導入されましたので、今治キャンパスでの全学機器の管理方法や全学的利用に関することが、今後検討すべき課題として出てきました。

大型機器の保守についても、この5年間でさまざまな検討を行ってきました。特に研究・社会連携機構内に設けられたURA部会との相談を重ねました。保守契約費がセンター予算の最大のもので、保守契約が研究面や教育面において有効なものであることは事務局側にも理解していただいています。大学全体の予算も削減されていますので、本予算の確保が大きな問題です。これまでも保守契約機器の決定には内部評価等を行うなど、厳正に行ってきましたが、さらに保守契約の年次計画を立てることにいたしました。オンコール機器の修繕経費も、センター予算は十分とはいえませんので、全学共通経費や科研費間接経費にも応募する方針といたしました。オンコール機器の保守形態も、ユーザーグループの要望に沿えるよう、2つのカテゴリーにしました。これら保守の基準は、これまで総合機器センター内のルールとして運用してきましたが、今回の改正を含めて、上部組織である研究・社会連携機構内の基準として制定し直しました。

2021年度から、総合機器センターを研究施設として運営することになりました。これにより、センター業務は大型機器や液体窒素の管理に加え、それらを利用した研究高度化やユーザーグループ間の連携強化を図ることになります。そのため、各機器の責任者に兼務研究員となってもらい、これまで通り研究の推進に尽力していただきます。また、本誌「センターだより」も施設としての研究成果の発表や活動記録を残すための定期刊行の報告書となります。これに合わせて、今回から内容の一部を刷新しております。今後、この研究施設化がセンター大型機器の利用に経費も含めて大きなメリットとなるよう、検討を重ねて行く必要があります。

最後に、今後も教員・学生が総合機器センターを積極的に利用し、本学の研究・教育活動がますます活発になることを願っております。

目次

センターだより 第16号 巻頭言 センター長 池田正五
寄稿文

核磁気共鳴装置 JEOL JNM-ECS400 装置紹介

顕微赤外分光装置・顕微レーザーラマン分光装置 装置紹介

電子プローブマイクロアナライザ JXA-8230 装置紹介

新設機器ご紹介

JEM-2800 フィールドエミッション型透過電子顕微鏡

LA-ICP-MS レーザーアブレーション質量分析装置

SmartLab 全自動多目的X線回折装置

遺伝子配列決定ハイスループット解析システム

ニュース・イベント紹介

液体窒素（他高压ガス）取扱い講習会について

工作センターとの共同見学会について

OUSフォーラム参加について

大型機器選定の改善について

機器概要および研究実績（2019年度～2020年度）

HR-MS (JMS-700) 高分解能質量分析装置

3960Tsunami 蛍光寿命測定装置

ESR (JES-PX2300) 電子スピン共鳴測定装置

MPMS (XL5) 高感度磁化率測定装置

SEM6490 走査型電子顕微鏡

VariMax X線構造解析装置

TOF/MS (autoflex speed) 飛行時間測定型質量分析計

WDS 電子プローブマイクロアナライザ

ECS400 核磁気共鳴装置

Thermo-Nicolet 顕微赤外分光装置・顕微レーザーラマン分光装置

SU8010 超高分解能走査電子顕微鏡

JEM-1400 透過型電子顕微鏡

機器利用実績 機器別・期間別（2019年度～2020年度）

内部評価結果（2019年度、2020年度）

兼務研究員研究実績

総合機器センター規程

学外者利用規程

液体窒素供給に関する申合せ

大型機器の選定に関する申合せ

機構組織図

センター組織図

機器配置図

寄稿文

核磁気共鳴装置 JEOL JNM-ECS400 (日本電子社)

理学部化学科 岩永 哲夫

化学に関連した分野の研究において、物質の構造に関する情報を得ることは非常に重要である。物質が持つ様々な電子的性質や機能は、その物質の構造と深く関連していることが多く、構造に関する情報が得られることで新しい知見を与えてくれる。構造を直接的に観察できる手法として X 線単結晶構造解析装置があるが、これは単結晶に対してビーム状に集光した X 線を照射し、X 線回折を得ることで構造を解析することができる。しかしながら、この手法では化合物の単結晶が得られないと測定できないため、測定するには制限があり、構造解析には大きな障壁がある。

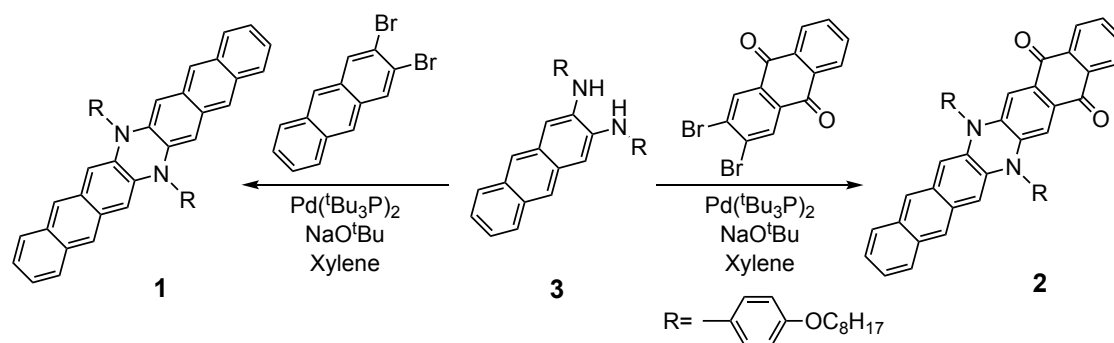
今回紹介する核磁気共鳴装置 (Nuclear Magnetic Resonance: NMR) では、有機化合物の分子構造に関する情報が非破壊で迅速に得られることから、有機合成化学分野においてはもとより、高分子化学や分析化学など幅広い分野において、有用なツールとして利用されている。例えば、有機化合物の水素原子 (H) や炭素原子 (C) の配列様式や隣接原子との相互作用、官能基に関する情報を得ることができる。また分子の動的な情報も得られることから、超分子に関連した分子集合体の研究においても必要不可欠な装置である。

本装置を用いて、新しい分子構造と物性について明らかにできたので、下記に紹介する。

原著論文: "Synthesis and Photophysical Properties of Dinaphtho[2,3-*b*:2',3'-*i*]dihydrophenazine Derivatives." T. Iwanaga, N. Asano, H. Yamada, S. Toyota, *Tetrahedron Lett.* **2019**, *60*, 1113-1116.

ペンタセンやヘプタセン構造に窒素原子を組み込んだパイ拡張フェナジン類縁体は、新しい有機色素や有機電界効果トランジスタなどの有機デバイスの開発に広く応用されている。またジベンゾ[*b*,*i*]ジヒドロフェナジンは、さまざまな機能性分子を構築するための有望な候補であり、アントラキノン系のジヒドロフェナジン誘導体である indanthrone などは有機色素として使用されている。最近、名古屋大・忍久保らによって、DDQ を用いた酸化反応により、ジグザグ構造をもつパイ拡張型ジナフト[*a*,*h*]ジヒドロフェナジンを簡便に合成することを報告した。しかしながら、これまでに直鎖状のジナフト[2,3-*b*:2',3'-*i*]ジヒドロフェナジン誘導体とそのアントラキノン類縁体は報告されていない。我々は、4-オクチルオキシアニリン由来の窒素原子を連結基として用いた 2,3-置換アントラセンユニットを有するジナフト[2,3-*b*:2',3'-*i*]ジヒドロフェナジン **1** およびジナフト[2,3-*b*:2',3'-*i*]ジヒドロフェナジン-5,18-ジオン **2** を設計した。合成は、アントラセンの 2,3 位の置換位置に嵩高い置換基を導入する汎用的な手法を用いて行った。

パイ拡張型分子 **1** は、ジアミン **3** と 2,3-ジブromoアントラセンを用いて、汎用的なアミノ化反応である Buchwald-Hartwig クロスカップリングにより褐色固体して得られた。また化合物 **2** はジアミン **3** と 2,3-ジブromoアントラキノンを用いて同条件で反応し、黒色固体として得られた。それぞれの合成において立体障害が大きい部位へ反応させたため、低収率であった。



Scheme 1. Synthesis of compounds **1** and **2** by the Buchwald-Hartwig cross coupling.

化合物 **1** の ^1H NMR スペクトルでは、 δ 7.7 と 6.3 ppm の芳香族領域に 2 つのシングルが観測された。 ^{13}C NMR スペクトルにおいて、化合物 **2** では δ 182.0 ppm にカルボニル炭素に帰属されるシグナルが観測され、芳香族炭素のシグナルが 17 種類観測された。また化合物 **1** では炭素の種類が 11 個のシグナルが観測され、分子の対称性と一致していた。

一方、化合物 **1** はジクロロメタン–ヘキサンから良好な単結晶が得られたので、X 線単結晶構造解析を行なった。分子構造は、フェナジンユニットに対して、*N*-フェニル基が 76° 傾いた構造であった。パッキング構造を *c* 軸方向から観察したところ、片側のアントリレンユニット同士で重なった構造をとっており、その距離は 3.5Å であった。

このように本装置を利用して、微量のサンプルでも有機化合物の構造解析が迅速かつ簡便にできるので、幅広い関連分野の研究者に大いに役立てていただけたと考えている。

原著論文（1 ページ目、上部を抜粋して掲載）

Tetrahedron Letters 60 (2019) 1113–1116



Contents lists available at ScienceDirect

Tetrahedron Letters

journal homepage: www.elsevier.com/locate/tetlet



Synthesis and photophysical properties of dinaphtho[2,3-*b*:2',3'-*i*]dihydrophenazine derivatives

Tetsuo Iwanaga^{a,*}, Naoto Asano^a, Haruo Yamada^a, Shinji Toyota^b

^a Department of Chemistry, Faculty of Science, Okayama University of Science, 1-1 Ridaicho, Kita-ku, Okayama 700-0005, Japan
^b Department of Chemistry, School of Science, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8551, Japan

ARTICLE INFO

Article history:
 Received 5 February 2019
 Revised 8 March 2019
 Accepted 12 March 2019
 Available online 13 March 2019

Dedicated to Emeritus Prof. Takahiko Inazu in celebration of his 81th birthday.

Keywords:
 Dinaphtho[2,3-*b*:2',3'-*i*]dihydrophenazine
 Photophysical property
 Electrochemical property
 Intramolecular charge-transfer interaction

ABSTRACT

A dinaphtho[2,3-*b*:2',3'-*i*]dihydrophenazine (DNP) derivative was synthesized by Buchwald-Hartwig cross-coupling, and its electronic spectrum was compared with that of dinaphtho[*b*,*i*]dihydrophenazine-5,18-dione (DNP-dione) as an anthraquinone analog. An absorption band of DNP is attributed to extension of π -conjugation over the entire molecule via the N atom. DNP-dione showed a broad absorption band in the range 450–490 nm due to intramolecular charge-transfer interactions. Additionally, the absolute fluorescence quantum yield of DNP was larger than that of DNP-dione. DNP-dione exhibited reversible oxidation peaks and a similar oxidation potential to DNP, since there are very weak electronic interactions between the anthracene and anthraquinone units across the N atoms with the 4-octyloxyphenyl substituent.

© 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved.

顕微赤外分光装置 (Nicolet iS50 FT-IR + Continuum Infrared Microscope) ・ 顕微レーザーラマン分光装置 (Nicolet Almega XR Dispersive Raman Spectrometer) Thermo-Nicolet 社製

理学部化学科 大坂 昇

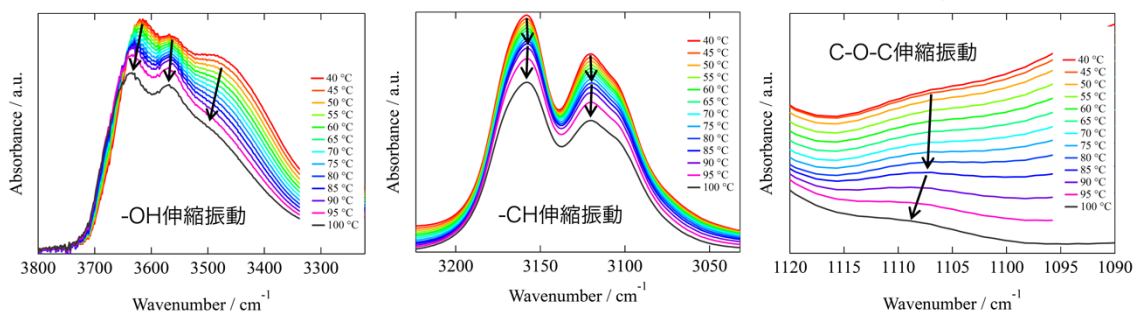
分子や固体結晶における原子は結合環境で決定される振動数で振動している。その値は 3500 cm^{-1} 程度以下のエネルギーの光波長領域に現れるので、この波長領域の光吸収や反射、ラマン散乱の解析によって物質の局所構造を解析することができる。吸収や反射は共鳴吸収が直接関与するためこれらを観測する赤外分光では強い信号を得ることができる。一方、後者は散乱光に含まれる微弱信号であり検出に難しさがあつたが、レーザーとフィルターの技術的な進歩により観測感度が飛躍的に向上したため、今日では広く利用されるようになってきている。

本学に導入されている顕微赤外分光装置は、高性能な研究用フーリエ変換赤外分光器 (Nicolet iS50 FT-IR) と赤外顕微鏡 (Continuum Infrared Microscope) で構成されている。微小試料測定に用いる赤外顕微鏡は、励起光位置を確認しながら分光測定を行うことができるなど市販装置の中でも最も操作性に優れたモデルと言える。光学スルーポットにも優れており、ATR や正反射測定による空間分割分析やそれらによるマッピング測定等、高度かつ便利な種々の測定を簡便に行うことができる。一方、顕微レーザーラマン装置は、高精度のフィルターで励起レーザーのレイリー光を除去することで高感度の信号検出を実現している。本装置では波長校正等の光学調整作業が自動化されているので未経験者でも容易に有効なデータを取得することが可能である。

両測定は相補的な情報を与えるため並行して行われることも多いが、赤外スペクトルは発光性の試料にも適用可能であり、信号強度も強いので、気体試料や表面、混合試料中における含有量の少ない物質の検出・同定において決定的な役割を果たすことがある。一方、ラマン分光は赤外分光で障害となる水分が問題とならないことやペレット形成等の準備が必要ないので測定が簡単である。試料が発光してしまう場合を除き、優先して試してみると良いだろう。特に、生体試料の *in vitro* 測定や岩石のような不均一試料の非破壊分析にはラマンが適している。両装置ともに同等の自動ステージが装備されておりスペクトルのマッピング測定が可能である。ただし、空間分解能は回折限界に支配されるため、赤外分光では $10\mu\text{m}$ 程度に制限される。より高い空間分解能での測定にはラマン分光装置の利用を推奨する。

上記の分光装置は物質の微細な構造情報を得るだけでなく、それらを基に相挙動や物性の解明にも用いられる。例えば、疎水性の高分子と疎水性のイオン液体 (室温で液体の塩)

からなる溶液に、微量の水を添加することで下限臨界共溶温度型の相分離温度（混合していた溶液が昇温により混ざらなくなる温度）が大幅に上昇することが見出された。この特異な現象に対して、透過型液体用セルを用いて温度を変えた FT-IR 測定を行うと（図 1）、高分子（C-O-C 伸縮振動）とイオン液体（-CH 伸縮振動）、水（-OH 伸縮振動）の吸収スペクトルを独立に評価でき、水によるカチオンの逐次的な溶媒和の変化が高分子の溶解性を向上させていることを明らかにすることができた（Osaka, et al., Colloid. Polym. Sci., (2019)



297:1375–1381)。

図 1 高分子/イオン液体/水からなる溶液の温度に依存した赤外吸収スペクトル

2021 年 8 月現在、本装置には 9 研究グループが利用者として登録されており、その所属は理学部、工学部、生物地球学部、フロンティア理工学研究所、基盤教育センターと広範にわたっている。一方、1 サンプルごとの測定時間が最短で数分ほどであることを考えると（顕微測定は数十分～）、本装置にはまだまだ多くのユーザーを抱える余裕があるようにも思われる。本分光装置は分子・原子の振動は物質の基本情報を与えるものであり、使い方次第では構造、組成だけでなく物性の解明など様々な利用が想定される。本装置の利用に興味を持たれる方は、機器責任者や周囲のユーザーに気軽にお声がけいただければと思います。

電子プローブマイクロアナライザ(日本電子 JXA-8230)を用いた元素マッピング分析：鉍物の内部組織の解読例

フロンティア理工学研究所 今山 武志

電子プローブマイクロアナライザは、電子線により励起された試料表面付近の特性 X 線を結晶で分光し、微小領域 (5-20 μm^3 程度) の構成元素の定性・定量分析が可能です。特定のエネルギーの特性 X 線に注目して、電子プローブを走査することにより、分析面の元素や成分の分布状態を確認することができます。この分析手法を元素マッピング分析とよびます。本装置(日本電子 JXA-8230)では、電子線(EDX, WDX)を用いたマッピング分析に対応しており、幅広い元素 (B~U) を対象にして、それらの元素がどこに・どの程度存在しているのか容易に知ることができます。分析時間、分析スポット径や分析ピクセル数などを設定することにより、分解能や分析面積を自由に変更することが可能で、目的に合ったマッピング画像が得られます。この元素マッピングを利用して、鉍物の内部組織を解読することは、鉍物や岩石の履歴を理解するうえで重要な役割を果たします。

鉍物は、段階的に成長することで、鉍物粒の中心部から周縁部に向かって化学組成が変化して、内部に累帯構造を形成します。例えば、沈み込み帯や大陸衝突帯などで形成した変成岩中のザクロ石は、結晶の中心部では Mn に富み、周縁部では Mn に乏しい累帯組成構造を示す場合があります(図 1 a)。このザクロ石の内部構造は、岩石が地下深くにもぐりこみ、温度と圧力が上昇した昇温変成作用を記録しているとされています。ザクロ石の累帯組成構造を詳しく解析することにより、どのような変成圧力-温度条件で岩石が生成されたのか、そしてどのような地殻変動が起きたのかを推定することができます。また、鉍物の主成分である主要元素は結晶内で均一な場合でも、鉍物に微量のみ含まれる微量元素が、著しく結晶内部で不均質な場合があります。これらの微量元素のマッピング像を応用して、鉍物成長のステージを区別して、各ステージの微小領域の年代測定が頻繁に行われています。例えば、年代測定によく用いられるモナザイトでは、イットリウム成分などの微量元素が不均質な場合があります、共存する鉍物や成長時の温度-圧力条件を反映すると考えられています。図 1b は、島根県隠岐変成岩中の 20-19 億年前のモナザイトですが、縁辺部の一部分はイットリウム成分に富む三畳紀からジュラ紀のモナザイトによって置換されています。このように、微量元素マッピングは、年代累帯構造とも相関する場合があります、複雑な鉍物成長を理解する上で欠かせないツールの一つです。今回は岩石・鉍物分野の元素マッピング分析例を紹介しましたが、材料組織や生体組織の内部構造や不均質組成などのマッピング分析も

ほぼ非破壊で分析可能であり、その応用は多岐にわたります。

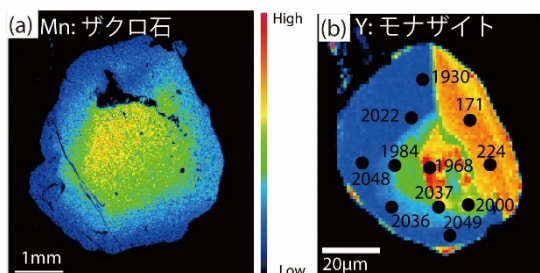


図 1 (a)ヒマラヤ変成岩ザクロ石の Mn 成分の累帯組成構造、(b)隠岐変成岩モナザイトの Y 成分の累帯組成構造と年代 (Ma) 分布

新設機器ご紹介

日本電子(株)製 電界放出形電子顕微鏡 (JEM-2800)

バイオ応用化学科 草野圭弘

従来の透過型電子顕微鏡(TEM)は、鏡筒の前に座り、両手を使って倍率、ビーム径、試料移動などを操作し、両足で試料ホルダの傾斜を調整するタイプが主流であった。2019年に倉敷芸術科学大学から本学に移設された日本電子(株)製電界放出形電子顕微鏡(JEM-2800, 図1)は、試料挿入時のみ本体に触れ、その後の操作は全て図1右側のテーブルの上にある操作パネルで行う。また、従来のTEMは、薄暗い部屋で、蛍光板に映し出された透過像を、ビノキュラーを覗いて観察するため、目が疲れ、睡魔に襲われることも度々であったが、本機はCCDカメラを通して液晶モニター上で軸調整および像観察を行う。そのため、明るい部屋で、走査型電子顕微鏡(SEM)を操作する感覚で透過像の観察が可能である。

本機は、TEM像に加えて走査透過像(STEM)の観察も可能で、高角度散乱暗視野像(HAADF-STEM, 図2左上)、明視野像(STEM-BF, 図2右上)および二次電子像(SEI, 図2左下)を同時に取得することが可能である。透過像では難しい試料の表面の情報をSEIにより得ることができる。STEM-BF像はTEM像に相当する。本機は元素分析が可能で、検出器はシリコンドリフト型(SDD)のため、常時液体窒素で冷却する必要がない。

以下は、本機の仕様である。

日本電子(株)製 JEM-2800

電子銃： ショットキー型 $ZrO_2(W)$

加速電圧： 100kVまたは200kV

分解能： TEM: 0.1nm, STEM: 0.2nm, SEI: 0.5nm (全て200kV時)

試料傾斜角： X: $\pm 20^\circ$, Y: $\pm 25^\circ$ 程度

EDS検出器： シリコンドリフト検出器 (SDD, 100mm^2), 分析可能元素: B - U

試料ホルダ： 日本電子製 ベリリウム2軸傾斜ホルダ

日本電子製 冷却2軸傾斜ホルダ (77K程度, 分析不可)

Gatan製 1軸傾斜ホルダ (77K程度, 分析不可)

CCDカメラ： 浜松ホトニクス製：軸調整, 電子回折用

Gatan UltraScan 1000XP：高分解能像観察用

Gatan Orius 200D：低倍率像, 電子回折用



図1 JEM-2800の外観。

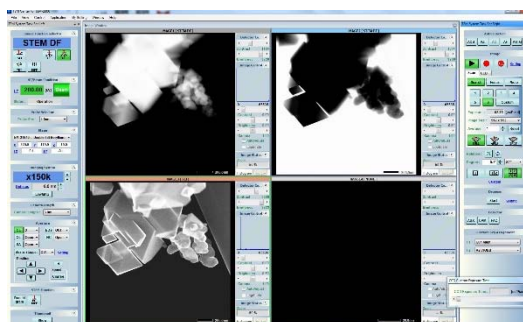


図2 操作画面。HAADF-STEM(左上)、TEM-BF(右上)、SEI(左下)像を同時に取得することが可能。

図3は、 CaTiO_3 の高分解能TEM像である。図中の赤色の矢印部に積層欠陥が存在し、 CaO 二重層となっている。

従来のTEMとは異なり、スキルがなくても容易に高分解能像を得ることが可能である。

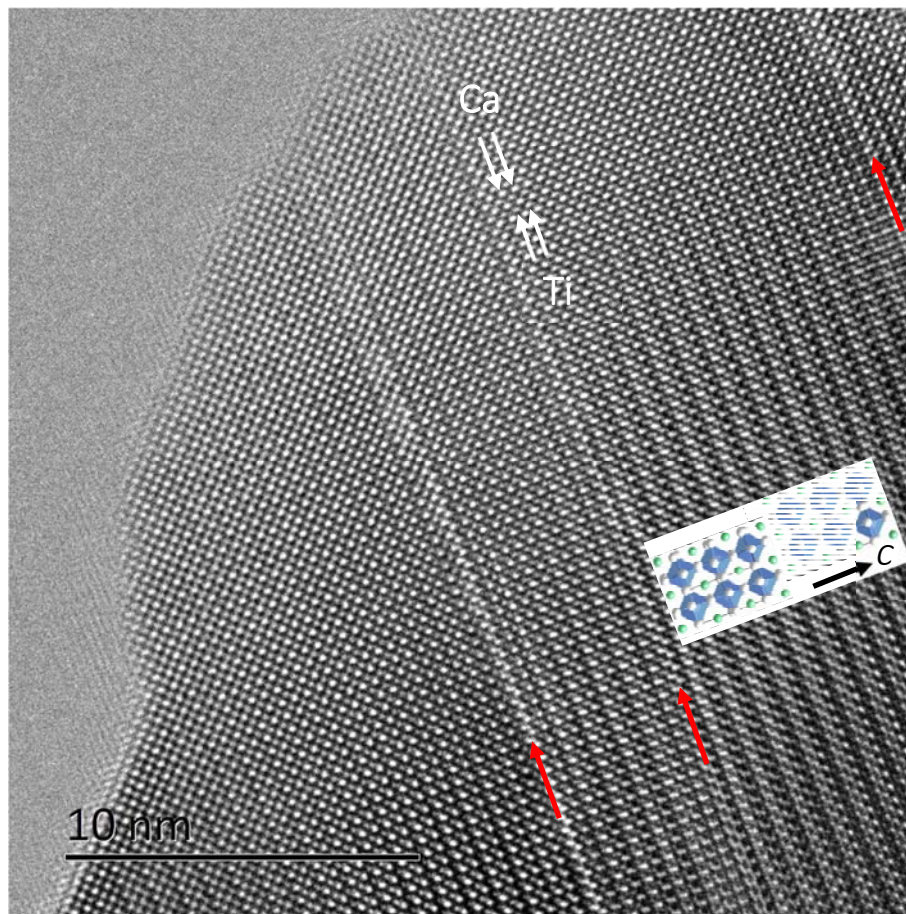


図 3 理学部化学科の佐藤研究室で合成された CaTiO_3 の高分解能 TEM 像。大きなドットが Ca、小さなドットが Ti 原子である。図中赤色の矢印部には積層欠陥が存在し、 CaO 二重層となっている。

レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析装置 (LA-ICP-MS) の紹介

青木 一勝 (教育推進機構 基盤教育センター)

はじめに

岡山理科大学総合機器センターに設置されているレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析装置 (通称、LA-ICP-MS) は、固体試料表面の微小領域に直接レーザーを照射し、アブレーションした微粒子を質量分析装置 (ICP-MS) に送り、各種放射性同位体の比率や微量元素組成を測定する装置である。この装置は平成 28 年度から令和元年度まで本学で採択されていた文部科学省による「私立大学研究ブランディング事業 (恐竜研究の国際的な拠点形成ーモンゴル科学アカデミーとの協定に基づくブランディングー)」の研究・教育の一環として購入され、事業終了後、総合機器センターに移管され現在に至っている。

導入目的

本装置の導入目的は、地質学分野や古生物学分野で扱う固体試料 (造岩鉱物や化石) の形成・生成年代をジルコンやアパタイトやスフェーンなどといった副成分鉱物に含まれる U や Pb などの放射性同位体の特性を利用し制約することや、その固体試料に含まれる微量元素濃度を明らかにすることである。そのなかで、10 Ma 以下といった比較的若い U-Pb 年代測定の精度は、Pb バックグラウンドの軽減によるところも大きい。そのため、本装置は Pb 汚染を引き起こす可能性のある溶液試料の測定は行わず、固体試料の測定のみにて特化している。

装置構成

本装置は、四重極型 ICP-MS (Thermo Scientific 社製、ICAP-RQ) と四重極型 ICP-MS (Thermo Scientific 社製、ICAP-RQ) から構成されている (図 1)。それぞれの装置の構成と特徴を以下にまとめる。なお、詳細については 製造会社の資料やホームページを参照されたい。

・四重極型 ICP-MS (Thermo Scientific 社製、ICAP-RQ)

本装置は、①試料導入部、②イオン源、③質量分離部、④検出器から構成されている。①にてレーザー照射装置によりアブレーションされた試料が②のイオン源に導入され、約 10000°C のプラズマ内で分解され、試料構成元素がイオン化される。それらのイオンは③の質量分離部の交流 + 直流電圧のかかった 4 本の電極棒の電場内で質量数ごとに分けられる。最終的に、それぞれの質量数ごとに④の検出器にてイオンの量を検出器で計測する。

検出器はイオン 1 つの信号を約 1000000 倍に増幅する増倍管がついているため、試料中に数 ppm から数 ppt までの極微量に存在する元素の濃度や同位体比を測定することが可能となっている。

• ArF Excimer Laser (波長 193nm Photo machines 社製, Analyte G2)

本装置は、波長 193nm の ArF エキシマレーザーを固体試料に照射することで照射面を粉末化させ、それを ICP-MS に送る。レーザー径は $1\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ の範囲で調整することができる。また、ステージを等速で動かしながら試料にレーザーを照射することができるため、元素イメージング分析も可能である。キャリアーガスは、U や Pb といった重元素を ICP-MS に効率よく運ぶため、レーザーのキャリアーガスである He ガスをネブライザーで Ar ガスと混合し ICP-MS に注入している。さらに、アブレーション深度の経時変化にともなう試料のアブレーション率変化の影響を抑えるため、smoothing 装置として baffled 型装置も備え付けている。

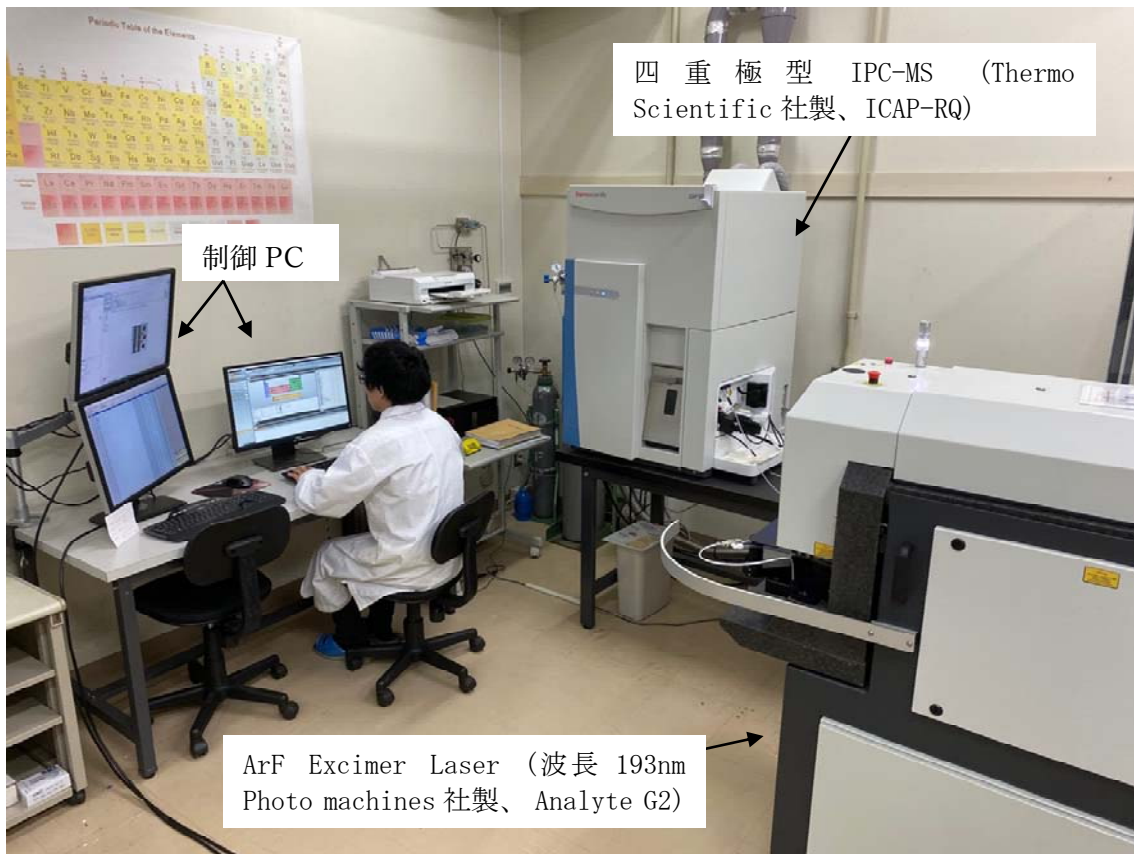


図 1. C2 号館 2F 総合機器センターの一室に設置されているレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析装置 (LA-ICP-MS)

多目的 X 線回折装置(リガク・SmartLab)は、従来の粉末試料の結晶構造分析のみならず、多様化する分析ニーズにも適用できるX線回折装置である(図 1)。高出力のX線源と高感度のX線検出器を装備し、従来のX線回折装置と比べて高精度の構造データを1/10の短時間で得ることができる。X線源は、最大出力9kW を有する回転対陰極型管球(PhotoMax)であり、従来の封入型管球に比べてX線強度が約5倍高く、また管球の寿命が約3倍長い

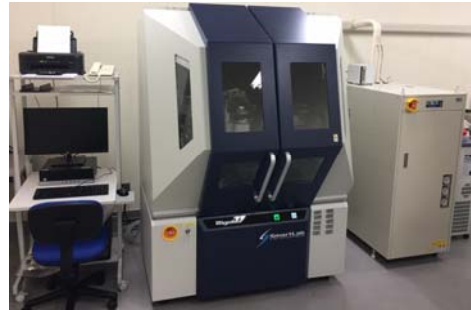


図 1 多目的 X 線回折装置(SmartLab)

ことから、高出力ならびに運用コストの低減が期待できる。X線検出器には0~2次元の測定モードを有する多次元半導体検出器(HyPix-3000)を装備し、多数のアプリケーションへの適用が可能である。これらは PC 制御で自由に切り替えができ、従来の同種装置とは異なり、測定用途に応じた検出器の載せ替えが必要ない。加えて、蛍光X線低減モードを利用してノイズを大幅に抑制でき、高精度の結晶構造データを取得することが期待される。このような高精度・短時間の測定は、多数のユーザーの利用が想定される本装置において特に重要な性能といえる。

粉末 X 線回折法は、固体粉末の結晶相の同定に広く利用されている。本装置では、測定した回折パターンを専用の解析ソフト(SmartLab Studio II)を用いることで、含有元素を指定するだけで自動的に該当する結晶相を選定・同定することができる。加えて、試料に複数の結晶相が含まれる場合でも上記の解析ソフトを用いることで、同時に候補物質を選定することも可能である。また、本装置では上述の通り、高出力の X 線源を用いており、高強度の回折パターンを短時間で測定することができる。このような回折パターンに対して、リートベルト法を用いることで、試料の結晶構造を明らかにすることができる。図 2 には、本装置を用いて測定した $\text{Ca}_3\text{Ho}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ の X 線回折パターンとリートベルト法により解析した結晶構造図を示す。リートベルト解析の結果より、Ca と Ho が 3 つの結晶サイトにそれぞれ異なる比率で占有していることが明らかになった。

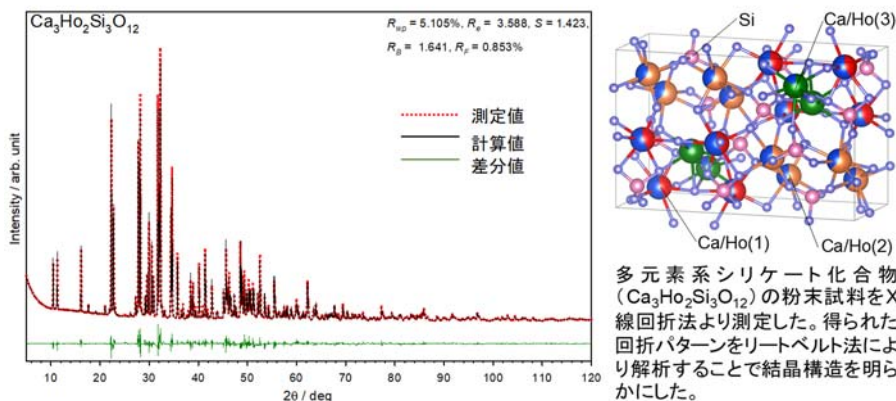


図 2 多元素系シリケート化合物 ($\text{Ca}_3\text{Ho}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$) の粉末 X 線回折測定

本装置では、さらに試料台に様々なアタッチメントを設置できる特徴を有しており、その用途は粉末試料の結晶構造解析に限定されない。具体的には、ソフトマターのナノ構造(小角散乱)や半導体薄膜の膜厚や面内構造、構造材料の残留応力、金属複合材料の組織配向分布等の多様なニーズに対応したX線測定が可能である。加えて、測定オプションに高温測定と微小領域測定という特徴がある。高温測定オプションでは、温度変化に伴う結晶相の変化を高精度かつリアルタイムに観測できる。例としてセラミックス材料の焼結現象や無機・有機物質の相転移機構を解明することが可能である(図 3)。微小領域測定オプションでは、試料内の組成や結晶構造の違いを2次元分布として観測できる。ガラスなどの母成分中で生成した微結晶の相同定(図 4)や微小な惑星間物質の評価などが可能である。

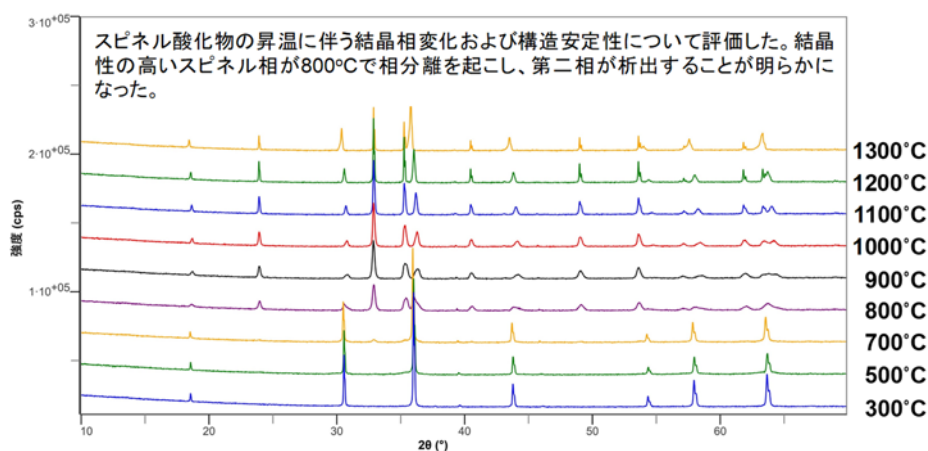


図 3 スピネル構造化合物の高温下における In-situ XRD 測定

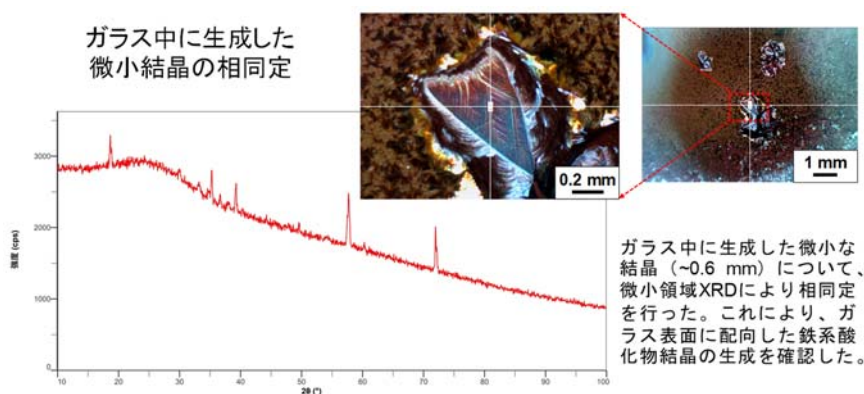


図 4 微小領域 X 線回折によるガラス中に生成した微結晶の相同定

X線回折装置は物質の構造を決定するという特性から、科学・工学の様々な研究分野において基盤となる装置といえる。本装置の性能は、無機、有機、高分子の各分野、また薄膜材料や金属部品等の様々な分野において必要な測定条件を網羅しており、学生であっても安全かつ迅速な測定が可能である。本装置の利用により、本学研究の効率化・迅速化が期待できる。

遺伝子配列決定ハイスループット解析システム（2020年度導入）

獣医学科 齋藤文代


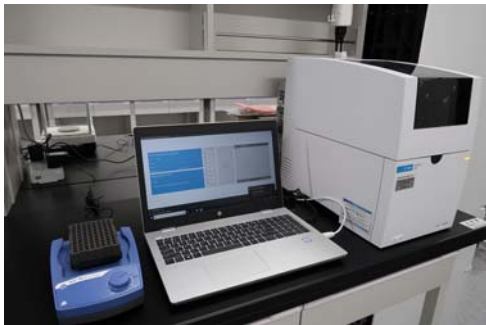
「遺伝子配列決定ハイスループット解析システム」（以下、「NGS 解析システム」）は、ショートリード型 NGS 装置である MiSeq (Illumina 社) と、核酸品質を定量的に測定できる 4150 TapeStation (Agilent 社) から構成される。

MiSeq は、従来のキャピラリー電気泳動を用いたサンガー法とは異なり、数千万から数億の DNA 断片を並列で測定できるために、一回の測定で大量の DNA 配列情報を得ることができる。これによりシーケンス解析のスピードは飛躍的に向上し、短期間でゲノムレベルの大きな領域を対象とする研究が可能となった。

4150 TapeStation は全自動電気泳動システムで、核酸サンプルの分解度を定量的に測定でき、かつ DNA と RNA 両方の定量解析ができる唯一の機種である。TapeStation を併せて導入し、「NGS 解析システム」として運用することにより、迅速かつ正確な核酸の品質検査から、高精度かつ高パフォーマンスの NGS 解析までトータルで進めることが可能となる。

各機器の仕様および解析スペックなどは以下のとおりである。

■機器の仕様

装置名 (メーカー)	① MiSeq (Illumina)	② 4150 TapeStation (Agilent)
機器分類	NGS: 次世代シーケンサー (遺伝子配列解析システム)	全自動電気泳動システム (核酸検査システム)
寸法 (幅×奥行×高さ)	68.6 cm × 56.5 cm × 52.3 cm	25 cm × 51 cm × 42 cm
重量 (kg)	54.5 kg	17.8 kg
外観		
設置場所	今治キャンパス 獣医学部棟 6階 共用機器室	

① MiSeq (Illumina)

1) 機器の概要および特徴

- ・ショートリード型 NGS で、1回のランで最大 5,000 万リード、15Gb が得られる
- ・メタゲノム、微生物、アンプリコン/ターゲットリシーケンス、RNA-seq 解析などに活用できる
- ・ショートリード型では最長の 1 リードあたり 600bp を解読できる

[特徴 1] SBS (sequencing by synthesis: 1 塩基合成) によりクオリティスコア Q30 (99.9%) 以上の塩基が 75%以上と低エラー率を誇る

[特徴 2] 一つのシステム内でクラスター形成、シーケンス、データ解析コンピューターが内蔵されているコンパクトなデザイン

[特徴 3] カートリッジ型試薬キットとタッチパネルにより簡便な操作性を実現

2) 解析スペック(試薬キット)

・ MiSeq は試薬キットによって得られるデータ量が異なるため、研究目的に応じて選択する

型番	キット名	リード数	データ量	ランタイム
MS-102-2001	MiSeq Reagent Kit v2 (50 bp×1)	1500 万	750~850 Mb	5.5 時間
MS-102-2002	MiSeq Reagent Kit v2 (150 bp×2)	3000 万	4.5~5.1 Gb	24 時間
MS-102-2003	MiSeq Reagent Kit v2 (250 bp×2)		7.5~8.5 Gb	39 時間
MS-102-3001	MiSeq Reagent Kit v3 (75 bp×2)	5000 万	3.3~3.8 Gb	20 時間
MS-102-3003	MiSeq Reagent Kit v3 (300 bp×2)		13.2~15 Gb	55 時間

② 4150 TapeStation (Agilent)

1) 機器の概要および特徴

- ・ DNA および RNA サンプルの品質管理 (QC) に適した全自動電気泳動システム
- ・ ゲル充填済みの ScreenTape を使用するためゲル調製などの作業は不要
- ・ Sample Buffer と DNA もしくは RNA を混合して、機器にセットするだけでサンプルのゲルへのロードから電気泳動、データ解析まで自動で行う

[特徴 1] DIN (DNA Integrity Number) および RIN (RNA Integrity Number) 値でサンプル分解度を定量的に評価できる

[特徴 2] ピコグラムレベルで最大 16 サンプルを 30 分程度で測定可能

2) 解析スペック(試薬キット)

・ 4150 TapeStation はサンプルの種類および濃度に応じて試薬キットを選択する

サンプル	定量範囲	型番	品名
gDNA (dsDNA)	10~100 ng/μL (200~60,000 bp)	5067-5365	Genomic DNA ScreenTape (7 枚×16 サンプル)
		5067-5366	Genomic DNA 試薬キット
dsDNA	0.1~50 ng/μL (35~1,000 bp)	5067-5582	D1000 ScreenTape
		5067-5583	D1000 Reagents
dsDNA	0.1~50 ng/μL (100~5,000 bp)	5067-5582	D5000 ScreenTape
		5067-5583	D5000 Reagents
RNA	25~500 ng/μL	5067-5576	RNA ScreenTape (7 枚×16 サンプル)
		5067-5577	RNA サンプルバッファ
RNA(微量)	500~10,000 pg/μL	5067-5579	High Sensitivity RNA ScreenTape (7 枚×16 サンプル)
		5067-5580	High Sensitivity RNA サンプルバッファ

ニュース・

イベント紹介

○液体窒素（他高圧ガス）取り扱い講習会について

学内の液体窒素および高圧ガス利用者を対象とした講習会を毎年開催しています。安全に使用するための知識や、事故事例の紹介、学内における高圧ガス使用のルールを説明し、最後には実際に容器のバルブを操作して、安全な液体窒素の汲み出し方法を習得します。

2020年度にはコロナ禍の影響を受け、受講者が1つの講義室で密集することの無いように開催方法を変更し、研究室単位で講習会を行いました。

さらに、2021年度にはe-Learningシステムの構築を行い、オンラインでの座学講習と液体窒素供給所にて実際に液体窒素の汲み出しを行う実技講習を実施しました。

新規の液体窒素利用者のために個別の講習会も受け付けております。

学内における液体窒素の使用に関してのお問い合わせは、総合機器センター（櫻井）までお願いいたします。

○工作センターとの合同見学会について

2020年度は、12月3日に「工作センター・総合機器センター合同見学会」を実施いたしました。例年2回の見学会を実施しておりましたが、感染症対策のため前期の見学会は自粛し、実施された1回においても感染症対策として、マスク着用必須・人数制限などを行った上で実施しました。お忙しい中ご参加いただきまして、ありがとうございました。

見学では最初にC3号館2階の総合機器センターに設置された大型分析装置を見てから、A1号館地下1階へ移動し、工作センター（サイエンスドリームラボ）内に設置された工作機器の見学をしました。工作センターでは記念品として、レーザー加工機を利用して作成されたスマホスタンドが配られました。

個別での見学も受け付けておりますので、ご希望の方は工作センターや総合機器センターへご連絡ください。

○OUS フォーラム参加について

2020年11月24日～11月30日の期間にオンラインで開催された OUS フォーラム 2020 において、総合機器センターは「研究・社会連携機構 総合機器センターのご紹介」という題目で出展しました。

期間中は日本全国から公開 HP へのアクセスがあり、大勢の学内外の方にご参加していただきました。ご参加いただきました皆様、ありがとうございました。

公開した動画の製作に利用した資料を巻末に掲載いたします。

○大型機器選定の改善について

岡山理科大学研究・社会連携機構では、学内で行われる特色ある研究の活性化推進のため、導入を希望する大型機器を募集して選考会を行い、学内のニーズを吸い上げるとともに、公共性のある大型機器を全学共通予算と文部科学省の私学助成を利用して、総合機器センターへ導入する計画を進めています。

2019年度には全自動多目的X線回折装置を導入することができました。また、2020年度には今治キャンパスへ遺伝子配列決定ハイスループット解析システムを導入することができました。

次年度購入希望大型機器選考会の前に行われる申請者によるプレゼンテーションには、学内の方であればどなたでも参加が可能となっております。

また、大型機器選定会議は先にも述べたように、文部科学省の私学助成への申請を目指しています。文科省から、大型機器導入事業の計画的な実施について、翌年以降に実施予定の事業を事前調査に回答する必要があるため、2020年度には9月に2021年度導入希望機器の選定会議を開催しました。しかし、2年後のまでの計画を回答する必要と、毎年6月頃に行われる事前調査にも回答する必要があるため、2020年度は3月に2022年度導入希望機器の選定会を開催しました。

今後とも、より良い大型機器選定が行えるように、選定会議終了後には反省等の意見を収集して、さらなる改善に努めてまいります。

機器概要および研究実績
(2019 年度-2020 年度)

HR-MS 高分解能質量分析装置

高分解能質量分析計（日本電子製） JMS-700 MStation

分解能	60,000
感度	S/N 400 以上 (EI モード：メチルステアレート 200pg)
質量範囲	2,400 ダルトン以上(加速電圧 10KV), 24,000(加速電圧 1kV)
イオン化法	EI, CI, FAB 法
サンプル導入法	ガスクロマトグラフ, 直接導入, LC-MS

【機器概要】

質量分析法は各種のイオン化法により、主として有機化合物をイオンにし、その価数に応じた質量数を測定することで、物質の同定や定量分析を行うことができる。質量分析では化合物をイオン化して測定するため、他の有機化合物の分析方法に比べて、超高感度な測定、同定が可能となる。質量分析では真空中でイオン化された後、電氣的・磁氣的な作用等によって m/z (質量・電価) に応じて分離され、そのイオン量を検出強度としてマススペクトルが得られる。高分解能質量分析装置である二重収束質量分析計は、高分解能で EI, CI, FD, FAB などのイオン化法が利用できるので、有機化合物の同定や構造決定などに力を発揮して、有機化学のみならず生化学、環境分析など幅広い分野での有用な分析機器となっている。本質量分析計は、二重収束型の質量分析部を搭載しており、イオンの方向と速度を収束させるため、磁場セクターと電場セクターを組み合わせた分析部となっていることから、二重収束とよばれている。このようにイオンを磁場と電場で分離ができるため、高分解能かつ高い質量精度で分析することができる。このため、飛行時間型や4重極型の質量分析部が普及した現在でも、ダイオキシンや微量残留農薬の分析など、低分子有機化合物の極微量分析において必須の質量分析計となっている。また、2重収束の特徴である高分解能で質量分析できることから、本機器では、精密質量測定が可能であり、有機化合物の分子式の決定や確認などに利用できる。また、ダイオキシン類や微量残存農薬の量は極微量分析において、高分解能条件で SIM (Selected Ion Monitoring) 法を用いると、複雑な夾雑物中から、正確に定量分析することが可能であり、また、 10^{-15} g オーダーでの高感度検出が可能となる。

【研究実績】令和2年度分

1. 論文発表

1. Nebauer, J.; Ishikawa, T.; Toyota, S.; Tykwinski, R. R.; Iwanaga, T. “Construction of Anthracene Bisimide-based Donor–Acceptor–Donor Arrays with 6,13-Diethynylpentacenes and 9,10-Diethynylanthracenes as Extended π -Conjugated Systems” *Chem. Lett.* **2020**, *49*, 781-784.
2. Yesbolatova A, Saito Y, Kitamoto N, Makino-Itou H, Ajima R, Nakano R, Nakaoka H, Fukui K, Gamo K, Tominari Y, Takeuchi H, Saga Y, Hayashi KI, Kanemaki MT. “The auxin-inducible degron 2 technology provides sharp degradation control in yeast, mammalian cells, and mice” *Nature Commun.* **2020**, *11*(1): 5701.
doi: 10.1038/s41467-020-19532-z

3960Tsunami 蛍光寿命測定装置

励起光源: 半導体励起 Nd:YVO₄ レーザー (Spectra-Physics Millennia-V) Ti:Sapphire
レーザー (Spectra-Physics Tsunami 3960/50-M2S),

2 倍波発生装置 (Spectra-Physics 3980-6S)

測定装置: 回折格子制御装置 (浜松ホトニクス C5094),
ストリークカメラ (浜松ホトニクス C4334)。

試料: 液体、固体、粉末、薄膜

用途: 時間分解発光減衰測定、時間分解発光スペクトル測定、蛍光半減期(寿命)解析、
電子・エネルギー移動速度解析、蛍光共鳴エネルギー移動(FRET)解析、
蛍光異方性解析など

仕様: 励起波長 ~400nm、パルス幅 ~100fs、検出波長領域400-800、
検出時間分解能 2×10^{-12} 秒~ 10^{-6} 秒

【機器概要】

フェムト秒チタンサファイア パルスレーザー光 [波長約400nm ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$)、パルス幅約100fs ($1 \text{ fs} = 1 \times 10^{-15} \text{ s}$)]を照射し、試料から出る発光を励起波長(波長約400nm)から800nmの間の多波長(35~130nmの領域)マルチチャンネルで高速(2×10^{-12} 秒~ 10^{-6} 秒間隔)に測定し、測定データをコンピュータに転送する。発光強度の時間変化をコンピュータで解析することにより、サンプルの発光の半減期を求めることができる。発光スペクトルも同時に測定し、 10^{-9} ~ 10^{-6} 秒オーダーのスペクトルの時間変化も得られ、発光強度の時間・波長依存性の3次元図も作成できる。発光減衰は通常単一指数関数で再現できるが、単一指数関数でない減衰の場合でも、コンピュータで解析することにより反応速度定数などのパラメーターを得ることができる。例えば発光減衰の解析から得られた蛍光体から受容体へのエネルギーや電子の移動速度から、発光体・受容体間距離を明らかにすることもできる。また、蛍光分子環境の変化(発光体周辺の微視的粘度等の微視的環境)や光化学反応により生成する分子による発光スペクトルの時間変化も観測可能である。液体のサンプルだけでなく、粉末や固体サンプルでの時間分解発光スペクトルおよび発光減衰測定が可能である。



E S R 電子スピン共鳴測定装置

パルス電子スピン共鳴測定装置（日本電子） PX-2300

Xバンド (9GHz), Qバンド (26GHz) における連続波電子スピン共鳴測定
パルス電子スピン共鳴測定（現在故障中）

測定温度 4 – 473 K （Xバンド及びパルス E S R 測定）
室温のみ （Qバンド）

【機器概要】

磁場中に置かれた不対電子が、ゼーマンエネルギー分裂に相当するエネルギーのマイクロ波を吸収する（電子スピン共鳴）ことを利用して、物質中の不対電子を測定する装置である。

2017年度にマイクロ波ユニットが最新のタイプに更新されたため、現状で、最新の電子スピン共鳴測定装置と同等の感度を実現している。

不対電子の分光因子であるg値や、不対電子のまわりに存在する、磁気モーメントをもつ原子核による超微細構造などを手がかりにして、ラジカルの種類を特定し、その量を測定できる。この測定手法によって、次のような研究が行われてきている。

- (1) 反応性の高い有機ラジカルの生体への影響、また体内のこうしたラジカルを消去する物質を調べる。
- (2) 結晶中の常磁性格子欠陥の構造を調べる。
- (3) 常磁性格子欠陥が放射線によって生成することを利用して、歯などの生体試料の過去の被曝線量を計測して事故被曝線量を求める。
- (4) 石英、重晶石などの鉱物に生成する常磁性格子欠陥の量から、自然放射線による被曝線量を求め、地質学的、人類学的試料の年代を求める。
- (5) 石英にみられる常磁性格子欠陥を「指紋」として用いて、風送堆積物、河川堆積物などの供給起源の推定、堆積層の同定などを行う。こうした情報を元に、気候の時間的変動の議論を行う。
- (6) 錯体の構造決定を行う。

粉末試料の場合、標準の石英試料管に入れて測定するが、ゴニオメータ（一軸）による単結晶の測定、特殊セルを用いることによって水溶液の測定も可能である。

【研究実績】

2019年度（令和元年度）発表論文

S. Toyoda, M. Murahashi, M. Natsuhori, S. Ito, A. Ivannikov, A. Todaka (2019) Retrospective ESR reconstruction of cattle tooth enamel doses from the radioactive nuclei released by the accident of Fukushima Dai-ichi atomic power plants, *Radiation Protection Dosimetry*, 186, 48-53.

2020年度（令和2年度）発表論文

S. Toyoda and M. Amimoto (2021) Dose response of the E_1' center in quartz, *Geochronometria*.
<https://doi.org/10.2478/geochr-2020-0037>

原之園大一，豊田新 (2021) 萩平遺跡 A 地点隣接地より出土した礫群の ESR による被熱推定及び年代測定，愛知学院大学考古学発掘調査報告 31，愛知県新城市川路萩平遺跡 A 地点隣接地の発掘記録 7，第 8 章 4 節，p.72-75，愛知学院大学文学部歴史学科。

- A. Todaka, S. Toyoda, N. Fujimoto, H. Sato, V. Stepanenko, N. Kawano, N. Chaizhunusova, D. Uzbekov, Y. Kairkhanova, B. Ruslanova, Z. Abishev, G. Amantayeva, D. Shabdarbaeva, K. Zhumadilov, A. Azhimkhanov, M. Hoshi (2021) ESR tooth enamel doses of rats and mice exposed to radioactive $^{56}\text{MnO}_2$ dust, *Advances in ESR Applications*, 37, 13-18.
- 富田麻起子, 豊田新 (2021) 重晶石中の鉛濃度が ESR 信号のガンマ線照射による生成に与える影響, *ESR 応用計測*, 37, 9-12. M. Tomita, S. Toyoda (2021) Lead concentration affecting the ESR signal in barite, *Lead concentration affecting the ESR signal in barite, Advances in ESR Applications*, 37, 9-12.
- 小畑直也, 豊田新 (2021) ESR 測定における試料管設置深度と試料量の検討, *ESR 応用計測*, 37, 19-23. N. Obata, S. Toyoda (2021) Investigation of sample tube setting depth and sample volume for ESR measurement, *Advances in ESR Applications*, 37, 19-23.
- 原之園大一, 豊田新, 長井謙治, 成瀬敏郎 (2021) 辻田遺跡堆積層中の風送塵の検出, *ESR 応用計測*, 37, 4-8. D. Haranosono, S. Toyoda, K. Nagai, T. Naruse (2021) Temporal changes of aeolian dust in the sedimentary sequence at Tsujita Site, *Advances in ESR Applications*, 37, 4-8.
- 豊田新 (2021) 石英に見られる常磁性格子欠陥と ESR 年代測定, *Radioisotopes*, 70, 95-105.
- 網本真奈, 豊田新, 実吉玄貴, 高橋勇人, 寺田智也, 石垣忍, Tsogtbaatar Khishigjav, Mainbayar Buuvei, Buyantegsh Batsaikhan (2020) モンゴルゴビ砂漠の恐竜化石を産する白亜系堆積物の石英の酸素空孔量と堆積環境, *岡山理科大学紀要 A*, 56, 59-65.
- 豊田新, 戸高安曇 (2020) 歯のエナメルを用いた ESR 生体線量計測, *放射線化学*, 110, 3-12.
- S. Toyoda, M. Murahashi, A. Ivannikov (2020) ESR tooth enamel retrospective dosimetry quoted as spin numbers, *Radiation Measurements*, 135, 106333.
- A. Todaka, S. Toyoda, M. Natsuhori, K. Okada, I. Sato, H. Sato, J. Sasaki (2020) ESR assessment of tooth enamel dose from cattle bred in areas contaminated due to the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident, *Radiation Measurements*, 136, 106357.
- Yuko Isozaki, Ryuji Tada, Youbin Sun, Hongbo Zheng, Shin Toyoda, Naomi Sugiura, Akinori Karasuda and Hitoshi Hasegawa (2020) Origin of aeolian dust emitted from the Tarim Basin based on the ESR signal intensity and crystallinity index of quartz: the recycling system of fine detrital material within the basin, *Geological Magazine*, 157, 707-718. <https://doi.org/10.1017/S0016756820000242>

MPMS 磁気特性測定装置（高感度磁化率測定装置）

米国 Quantum Design 社製 MPMS XL5

印加磁場範囲 $-50 \text{ kOe} \sim +50 \text{ kOe}$ ($-5\text{T} \sim +5\text{T}$)

温度可変範囲 $1.9 \text{ K} \sim 400 \text{ K}$ ($300 \text{ K} \sim 800 \text{ K}$ 高温炉使用時)

相対感度： $2 \times 10^{-7} \text{ emu}$ (@ 50 kOe)；最大測定値： $\pm 5 \text{ emu}$

RSO 測定，連続温度スイープ測定

ヘリウムガス再凝縮装置(EverCool)による自動液化運転



【機器概要】

MPMS は、SQUID（量子干渉磁束計）と超伝導マグネットを組み合わせた万能型の磁気特性測定装置である。SQUID を用いることで磁化（磁化率）、磁気ヒステリシス特性やそれらの温度変化を極めて高感度に測定できる。印加磁場発生には超伝導マグネットを用いており、最大 $\pm 50 \text{ kOe}$ ($\pm 5\text{T}$) までの直流磁場を印加することができる。さらに、最大磁場中でも SQUID を安定に動作させて微弱な磁化を測定できるのが本器の最大の特長である。試料空間の温度は、ヘリウムガス雰囲気中で 1.9 K から 400 K の範囲で変えることができるほか、オプションの高温用オープンを組み込めば、 300 K から 800 K の範囲での加熱測定が可能である。測定速度と感度を向上させる RSO（試料振動型）測定と、温度を連続的に可変させるスイープ測定の組み合わせにより、 $0.1 \sim 5 \text{ K/min}$ 程度の温度変化をさせながらの連続測定が可能である。特に極低温部における磁気相転移をとらえるためには必須の機器であるほか、低温～高温における常磁性・反磁性体の温度依存性、強磁性体の熱緩和などを調べる目的にも有効な機械である。本学の MPMS 装置は 2004 年に導入され、上記の特徴を活かして無機化学、物性物理、磁性材料、超伝導、環境・岩石磁気等の分野で利用されてきた。さらに、半用端子群を付けたプローブを使用することにより、強磁場・極低温下での磁性以外の物性を測定することもできる。デュワー内で蒸発したヘリウムガスは自動的に液化され、サンプルスペースの冷却などで失った液体ヘリウムも常温のガスボンベから液化できるため、液体ヘリウムの使用量は従来のものと比べて著しく低くなっている。

【研究成果】（2019-20 年度）

（論文等）

Kataoka, Y., Imasaki, N., Yano, N., Mitsumi, M. and Handa, M., (2021) Redox-triggered reversible modulation of intense near-infrared and visible absorption using a paddlewheel-type diruthenium(III) complex, *Dalton Trans.*, 50, 9547–9553.

畠山唯達，八木千亜希，白石 純，（2021）岡山県瀬戸内市庄田工田窯跡出土の土器片の磁性，備前邑久窯跡群の研究 2 —西日本における地方窯業生産の研究—，岡山理科大学考古学研究室，123–137

- 畠山唯達, (2021) 磁性・磁場を用いた遺構・遺物に対する調査研究, 古代テクノポリス山口
—その解明と地域資産創出を目指して—研究報告書, 35-40
- 畠山唯達, (2021) 情報処理センターにおける ICT を便利に利用する取り組みのまとめ, 岡
山理科大学情報処理センター研究報告, 41-42, 41-48
- Sakiyama, H., Abiko, T., Yoshida, K., Shomura, K., Mitsunashi, R., Koyama, Y., Mikuriya,
M., Koikawa, M., and Mitsumi, M., (2020) Detailed magnetic analysis and successful
deep-neural-network-based conformational prediction for $[\text{VO}(\text{dmsO})_5][\text{BPh}_4]_2$, *RSC*
Adv., 10, 9678
- Tanaka, T, Sunatsuki, Y. and Takayoshi Suzuki (2020) Iron(II) Complexes Having
Dinuclear Mesocate or Octanuclear Bicapped Trigonal Prism Structures Dependent
on the Rigidity of Bis(bidentate) Schiff Base Ligands Containing Imidazole Groups,
Bull. Chem. Soc. Jpn., 93, 427-437
- Matsushima, M., Wada, K., Horino, Y. Takahara, K., Sunatsuki, Y., and Suzuki T., (2020)
Transition-metal(ii) complexes with a tripodal hexadentate ligand, 1,1,1-tris[2-aza-
3-(imidazol-4-yl)prop-2-enyl]ethane, exhibiting incomplete total or absolute
spontaneous resolution, *Cryst. Eng. Comm.*, 22, 458-466
- Ogawa, R., Suzuki, T., Hirotsu, M., Nishi, N., Shimizu, Y., Sunatsuki, Y., Teki, Y., and
Kinoshita, I. (2019) Tetra- and dinuclear manganese complexes of xanthene-bridged
O,N,O-Schiffbases with 3-hydroxypropyl or 2-hydroxybenzyl groups: ligand
substitution at a triply bridging site, *Dalton Trans.*, 2019, 48, 13622
- Tanaka, T., Sunatsuki, Y., and Suzuki, T., (2020) Synthesis and magnetic properties of
tetrahedral tetranuclear iron(II) complexes with bis(bidentate)-type Schiff bases
containing imidazole groups, *Inorganica Chimica Acta*, 502, 119373
(学会等発表)
- 田邊洋一, 伊藤良一, 菅原克明, 越野幹人, 木村尚次郎, 内藤智也, イサック ジョンソン,
高橋隆, 陳明偉 (2021) 3次元グラフェン構造体の電子物性, 日本物理学会第76回年
次大会, 15p-D25
- 畠山唯達, 北原優, 望月伸竜, 下岡順直, 鐘ヶ江賢二, 松崎大嗣, 中村直子 (2020) 磁気探
査における古地磁気学・岩石磁気学的情報, 地球電磁気・地球惑星圏学会第148回講演
会
- 北原 優, 畠山 唯達, 山本 裕二 (2020) 復元窯における窯体と土器片の考古地磁気学, 地
球電磁気・地球惑星圏学会第148回講演会
- 畠山唯達 (2020) 考古地磁気学による考古学・文化財科学への貢献, *JpGU-AGU Joint*
Meeting 2020
- Hatakeyama, T., Tema, E., Matsumoto, N. (2020) Archaeointensity data from Japan:
current status and future perspectives, *European Geoscience Union (EGU) General*
Assembly 2020

SEM Scanning Electron Microscope (走査電子顕微鏡)

【機器概要】

JEOL (日本電子)社製 JSM6490

倍率 ~30万倍

画像モード 二次電子像、反射電子像

試料ステージ: X 125mm, Y 100mm, Z 80mm

付属装置: エネルギー分散型X線分析装置(EDS), 結晶方位解析装置(EBSD)

【機器紹介】

本装置は、固体試料の表面を拡大してその構造を観察する装置で、金属、無機、有機物質試料のいずれも観察可能である。観察には2種類の画像を用いることができる。試料の表面形態を詳しく観察するときには、二次電子像を用い、本装置を用いた観察倍率は数千倍から数万倍である。金属材料を観察するときは、通常特別な処理を施さずそのまま観察するが、無機物質と有機物質については、電導性がないため、試料に導電性を付すために、観察に先だって炭素または金等で蒸着処理を行う必要がある。また、形態観察をしながらEDSを用いると、微細な構造を観察しながら、観察場所の元素の種類を分析(定性分析)したり、観察面が平滑であれば、元素の濃度分布の測定を行なうことができる。蒸着を行なう必要がある試料については、EDS観察の際には、炭素を蒸着する。また、前もって付属の検出器に液体窒素を補給する必要がある。二次電子を用いた観察の他に、反射電子を用いた観察も可能である。反射電子像には、試料表面の形態の情報とともに観察視野にある元素の種類の情報も含まれているので、元素分布の確認には極めて有効な像である。本装置には、二次電子像用と反射電子像用の検出器がそれぞれ装置内に組み込まれており、画像の切り替えは極めて容易である。また、金属などの表面が平滑で結晶質の試料については、観察部分に生成している結晶の種類と方位や大きさを、結晶方位解析装置(EBSD)を用いて決定することが出来る。このときは、EDSでまず観察したい部分の元素組成を決定し、さらにEBSDを用いることにより、結晶の種類と配向方位、大きさを決定する。本装置の特色は操作性が良いことで、試料表面の形態観察のみであれば、初心者でも2日程度の講習で数千倍の倍率の像を簡単に得ることが出来る。形態観察の方法を修得したのち、さらに2日程度の講習でEDSによる元素分布観察を行なうことができる。



【研究実績】

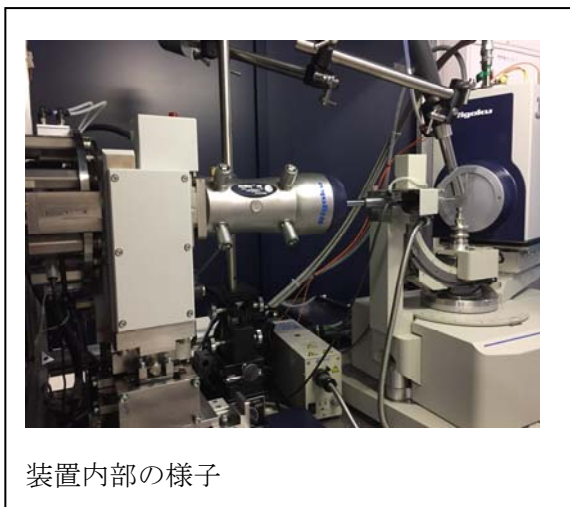
1. Y. Sato, Y. Ohashi, Y. Iguchi and M. Kakihana: "Synthesis and photoluminescence properties of $\text{CaSnO}_3:\text{Pr}^{2+}$ prepared through the amorphous metal complex method using a water-soluble Sn^{4+} complex", J. Solid State Chem. **277** (2019) 648-653.

2. 趙薪茗, 清水一郎, 後公大, 和田晃, 北川陽菜, 中井賢治, “AZ31 マグネシウム合金薄肉円管における変形双晶を援用した局所力学的性質制御の試み”, 実験力学, 20 (2020) 131-138.
3. N. Osaka, T. Ochi, F. Ono, K. Okada, “Preparation and Mechanical, Thermal and Oil-resistance Properties of Acrylic Rubber Nanocomposites Reinforced with Cellulose Nanocrystals”, J. Macromol. Sci. Phys, 60 (2021) 272-285.
4. Y. Sato, R. Miyake, A. Tanigaki, S. Akiyama, K. Tomita, M. Kakihana: “A novel Eu^{2+} -activated calcium zirconium silicate phosphor: $\text{Ca}_3\text{ZrSi}_2\text{O}_9:\text{Eu}^{2+}$ ”, J. Lumin. **231** (2021) 117752_1-7.

多層膜極微小単結晶構造解析装置 (株式会社 Rigaku)

【装置概要】

高輝度微小焦点 X 線発生装置
(デュアルターゲット搭載 Mo および Cu)
分解能可変多層膜ミラー
ゴニオメーター部
高感度 CCD X 線検出器
試料吹付式温度調整装置
制御解析システム



装置内部の様子

【装置紹介】

この装置は試料の単結晶に X 線を照射し、その回折 X 線の強度を測定することにより、単結晶の中での原子の配列や、結晶内の分子の構造を決定することができる装置です。新規な化合物の研究を行うとき、その化合物の構造がはっきりと決まっていることはとても重要な情報になります。

この装置の特徴は、まず、非常に強力な X 線を発生できることです。このことは、大きさが非常に小さい単結晶の回折 X 線の強度を高精度で測定することができることを意味しています。この装置が極微小単結晶構造解析装置と呼ばれているのはこのためです。この装置では、強力な X 線を効率的に集光する多層膜集光ミラーと、高感度で高速に読み取りが可能な CCD 方式 2 次元 X 線検出器を組み合わせることで、より強力な X 線を結晶試料へと導くことにより、非常に弱い極微小結晶からの回折 X 線を十分な制度で測定することができるように構成されています。

この装置には、吹付式温度調整装置が装備されています。この装置は、空気中の窒素ガスを抽出し、極低温冷却機を使って熱交換することにより、低温窒素ガスを発生させることができます。その低温窒素ガスを試料にふけつることで、試料を -180°C まで冷却しながら測定を行うことが可能です。これにより、結晶中の分子の熱振動等を抑えて、より高精度な構造の決定を行ったり、構造の温度変化や相転移などに対応した測定を行ったりすることも可能です。

本装置で測定した回折データは、構造解析プログラムにより解析します。そのための専用の処理システムも整備されています。良質な単結晶が得られれば、測定を開始してから数時間で結晶構造を決定することが可能です。

【研究実績】

1. Synthesis and Photophysical Properties of Dinaphtho[2,3-*b*:2',3'-*i*]dihydrophenazine Derivatives

T. Iwanaga,* N. Asano, H. Yamada, S. Toyota

Tetrahedron Lett. **2019**, 60(16), 1113-1116.

2. New Quadruple and Sextuple Triptycene Gears in Macrocyclic Frameworks

S. Toyota*, K. Kawahata, K. Sugahara, T. Oki, T. Iwanaga

Asian J. Org. Chem. **2019**, 8(10), 1919-1923.

3. Synthesis and Properties of a conjugated macrocyclic molecule incorporating two quinoline moieties

T. Shimasaki,* R. Kuroda, M. Akao, T. Akimoto, T. Ishikawa, T. Iwanaga, N. Teramoto, M. Shibata,* *Chem. Lett.* **2019**, *48*(2), 133-136.

4. Fluorescent ligand design for mononuclear copper(I) complex fluorescence in aqueous solution

Makoto Saga, Genta Sakane, Shigeo Yamazaki, Keiitsu Saito,
Inorganica Chimica Acta, Volume 502, No. 119368, Pages 1-7, 2020.

5. Magnetic and electrochemical properties of lantern-type dinuclear Ru(II,III) complexes with axial chloride ions or water molecules

S Handa, M., Yairi, H., Yano, N., Mitsumi, M., Sakiyama, H., Kitashima, M., Inoue, K., Mitsuhashi, R., Mikuriya, M. and Akashi, H.
Magnetochemistry (**2019**), *5*(1), 18.

6. Paddlewheel-type diruthenium(III,III) tetrakis(2-aminopyridinate) complexes with NIR absorption features: combined experimental and theoretical study

Yusuke Kataoka, Nanako Imasaki, Kazuki Arakawa, Natsumi Yano, Hiroshi Sakiyama, Tamotsu Sugimori, Minoru Mitsumi and Makoto Handa
Dalton Trans., 2019, 48, 12421–12429. DOI: 10.1039/c9dt02271f

MALDI TOF/TOF MS (超高感度飛行時間型質量分析計)

- 【機器概要】** ブルカー・ダルトニクス社製 Autoflex Speed MALDI TOF/TOF
レーザー：SmartbeamII 搭載 (長寿命 10 億ショット・高周波数 1000Hz)
高解像度 (10~100 μ m) イメージングに対応
4 GHz FlashDetector (分解能 26,000 以上)
付属装置：TLC-MALDI, NALDI, バイオイメージング対応

【機器紹介】

本装置には、プロテオミクスなどの生物に関連する研究に必要なタンパク質のフラグメンテーション解析，合成高分子の分子量測定や末端解析，有機合成に有用な TLC-MS システムが組み込まれており，非常に幅広い分野の研究をサポートできる．また，生体組織切片を直接分析し，分子量とその位置情報を得ることによるバイオマーカー検索や，薬剤を投与した組織を使用し，その動態を観測するイメージング分析も簡単に行うことができる．

また搭載しているレーザーは安定な長寿命・高周波数の最新式レーザーであり，これまで標準的に利用されてきた窒素型または YAG レーザーと比べて，サンプル消費量の少ないマイルドな変動ビームプロファイルを実現できる．様々なマトリックスやサンプル調整法に対して優れたパフォーマンスを発揮することができ，高分解能の Detector を搭載しているので短い時間で高感度に測定が可能である．

【研究実績】

1. Nebauer, J.; Ishikawa, T.; Toyota, S.; Tykwinski, R. R.; Iwanaga, T. "Construction of Anthracene Bisimide-based Donor-Acceptor-Donor Arrays with 6,13-Diethynylpentacenes and 9,10-Diethynylanthracenes as Extended π -Conjugated Systems" *Chem. Lett.* 2020, 49, 781-784.
2. Watanabe, H.; Nakajima, K.; Ekuni, K.; Edagawa, R.; Akagi, Y.; Okuda, Y.; Wakamatsu, K.; Orita, A. "Custom-Made Pyrene Photocatalyst-Promoted Desulfonation of Arylethenyl Sulfones Using Green-Light-Emitting Diodes" *Synthesis* 2021, 53, 2984-2994.
3. Okuda, Y.; Imafuku, K.; Tsuchida, Y.; Seo, T.; Akashi, H.; Orita, A. "Process-Controlled Regiodivergent Copper-Catalyzed Azide-Alkyne Cycloadditions: Tailor-made Syntheses of 4- and 5-Bromotriazoles from Bromo(phosphoryl)ethyne" *Org. Lett.* 2020, 22, 5099-5103.
4. Watanabe, H.; Takemoto, M.; Adachi, K.; Okuda, Y.; Dakegata, A.; Fukuyama, T.; Ryu, I.; Wakamatsu, K.; Orita, A. "Syntheses of Diarylethenes by Perylene-Catalyzed Photodesulfonation from Ethenyl Sulfones" *Chem. Lett.* 2020, 49, 409-412. (Editor's choice)

5. Okuda, Y.; Seo, T.; Shigezane, Y.; Watanabe, H.; Akashi, H.; Iwanaga, T.; Orita, A. "Synthesis of Ph₂P(O)-Stabilized Ynamines via C(sp)-N Bond Formation and Their Dephosphorylative Copper-Catalyzed Click Reaction" *Chem. Lett.* 2019, 48, 1484–1487.
6. Sun, K.; Krejčí, O.; Foster, A. S.; Okuda, Y.; Orita, A.; Kawai, S. "Synthesis of Regioisomeric Graphene Nanoribbon Junctions via Heteroprecursors" *J. Phys. Chem. C* 2019, 123, 17632–17638.
7. T. Iwanaga, N. Asano, H. Yamada, S. Toyota, "Synthesis and Photophysical Properties of Dinaphtho[2,3-*b*:2',3'-*i*]dihydrophenazine Derivatives", *Tetrahedron Lett.* **2019**, 60(16), 1113-1116.
8. S. Toyota, K. Kawahata, K. Sugahara, T. Oki, T. Iwanaga, "New Quadruple and Sextuple Triptycene Gears in Macrocyclic Frameworks", *Asian J. Org. Chem.* **2019**, 8(10), 1919-1923.

電子プローブマイクロアナライザ(EPMA)

日本電子 JXA-8230

性能：分析元素範囲 WDS：(Be)*1/B~U, EDS：B~U

X線分光範囲 WDS 分光範囲：0.087~9.3nm,

EDS エネルギーレンジ：20keV

加速電圧 0.2~30kV

最大倍率 30万倍

二次電子分解能 6nm

凹凸像、組成像



【機器概要】

本装置 (EPMA) は電子線発生部分 (タングステンフィラメント)、電子線加速・収束レンズ、および X 線・電子線検出器類から構成されています。X 線検出器として 5 台の波長分散型 X 線分光器および 1 台のエネルギー分散型 X 線分光器を備えており、ホウ素からウランまでさまざまな元素を 50~100ppm を下限とする検出感度で高精度な定量分析が可能です。また、二次元マッピングを行うことができ、元素の分布状態を見ることができます。そのほか本装置は二次電子検出器および反射電子検出器を備えており、通常の SEM(scanning electron microscope) 像、組成像を観察しながら分析をすることが可能です。

分析法について簡単に示します。加速した電子線を物質に照射すると、試料との相互作用で種々の信号が発生します。このうち EPMA では特性 X 線のスペクトルに注目し、電子線が照射されている微小領域 (5-20 μm^3 程度) の構成元素の定性分析および定量分析が可能です。EPMA は特性 X 線の波長と強度の情報を含むスペクトルを測定することによって分析を行い、その測定には上述した 2 種類の X 線分光器が利用されます。1 つは波長分散型の分光器で WDS (Wavelength Dispersive X-ray Spectrometer) と呼ばれ、特性 X 線を分光結晶で分光し、その波長と強度から試料中の元素とその濃度を決定し、高精度の定量分析に適しています。もう一つはエネルギー分散型の分光器で、EDS (Energy Dispersive X-ray Spectrometer) と呼ばれ、入射した特性 X 線を液体窒素で冷却した Li ドープの Si 半導体検出器で検出し、そのエネルギーと強度から試料を構成する元素と濃度を調べるもので、迅速に定性・定量分析を行えます。

分析できる試料は、固体 (半導体、金属材料、鉱物、セラミック、ガラスなど) で、ほぼ非破壊で分析することができます。ただし、これらの試料表面は鏡面研磨されている必要があり、導電性のない試料については事前に炭素などを蒸着しておく必要があります。位置再現性がよいので分析位置をプリセットし分析条件を決めれば、多数の分析操作をワークステーションから自動で行い大量の定量分析を高速で実行し、分析データを収集・処理することができます。

【研究業績】

1. Aoki, S., Aoki, K., Tsuchiya, Y., and Kato, D., 2019. Constraint on the eclogite age of the Sanbagawa metamorphic rocks in central Shikoku, Japan, *International Geology Review*, DOI: 10.1080/00206814.2019.1581997.
2. Fujitaka, S., Kanayama, A., Takahashi, Y., Naohara, J. and Kobayashi, S., 2020. Artificial chemical weathering of basaltic rock under the earth surface conditions of the present and the Proterozoic era. *The Bulletin of Okayama University of Science*, 56A, 49-58.
3. Imayama, T., Takeshita, T., Yi, K., and Fukuyama, M., 2019. Early Oligocene partial melting via biotite dehydration melting and prolonged low P/T metamorphism of the upper High Himalaya Crystalline Sequences in far-eastern Nepal. *Geological Society of London, Special paper*, v. 481, p. 147-173, doi : 10.1144/SP481.2.
4. Imayama, T., Arita, K., Fukuyama, M., Yi, K., and R. Kawabata, 2019. 1.74 Ga crustal melting after rifting at the northern Indian margin: investigation of mylonitic orthogneisses in the Kathmandu area, central Nepal. *International Geology Review*, v. 61, p. 1207-1221.
5. Imayama, T., Koh, Y., Aoki, K., Saneyoshi, M., Yagi, K., Aoki, S., Terada, T., Sawada, Y., Ikawa, C., Ishigaki, S., Toyoda, S., Tsogtbaatar, Kh, Mainbayar, B., 2019. Late Permian to Early Triassic back-arc type volcanism in the southern Mongolia volcano-plutonic belt of the Central Asian Orogenic Belt: Implication for timing of the final closure of the Palaeo-Asian Ocean, *Journal of Geodynamics*, 131, doi:10.1016/j.jog.2019.101650.
6. Imayama, T., Uehara, S., Sakai, H., Yagi, K., Ikawa, C., and Yi, K., 2020. The absence of high-pressure metamorphism in the inverted Barrovian metamorphic sequences of the Arun area, eastern Nepal and its tectonic implication. *International Journal of Earth Sciences*, v. 109, p. 465-488.
7. Imayama, T., 2020. Microstructures associated with biotite dehydration reaction in the Himalaya orogen. *Bull. Inst. Front. Sci. Tech., Okayama Univ. of Sci.*, v. 2, p. 41-45.
8. Kobayashi, S., Yuasa, M., Tanabe, M., Kishi, S., and Kusachi, I., 2019. Vimsite from the Fuka mine, Okayama Prefecture, Japan. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, v. 114, p. 219-223.
9. Kobayashi, S., Higashino, F., Tanabe, M., Kishi, S., Ichihashi, Y. and Kusachi, I., 2020. Fedorovskite from the Fuka mine, Okayama prefecture, Japan. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 115, 479-484.
10. Nishii, T., Kobayashi, S., Takeshi, Y., Naohara, J., and Kusachi, I., 2019. Isotopic composition of boron and its origin in CaO-B₂O₃-H₂O minerals at the Fuka mine, Okayama, Japan. *Bull. Inst. Front. Sci. Tech., Okayama Univ. of Sci.*, v. 2, p. 65-71.

NMR JNM-ECS400 (核磁気共鳴装置)

- 【機器概要】 日本電子社製 JNM-ECS400
基準磁場：9.4T
基準周波数 ^1H 400MHz, ^{13}C 100 MHz
付属装置：低温測定用デュアー

【機器紹介】

本装置では、有機化合物の構造解析を行うことができます。炭素や水素の化学的環境や位置関係のみならず、分子の動的な情報も得られるため広く分子レベルでの研究において必須の機器となっています。一次元、二次元、多核(^{15}N ~ ^{31}P)NMR の測定が可能であるため、多様な分野の研究をサポートすることができます。

高品位なスペクトルを得るために必要な高い安定度を保つように、RF 発生回路や NMR ロックなどデジタル化が有効なすべての回路のデジタル化を実現しています。このため、溶媒信号消去や差スペクトルの測定にも威力を発揮することができます。また高感度オートチューンプローブを搭載しており、感度向上による測定の迅速化を実現しております。分光計制御とデータ処理ができる一体型のソフトウェア DELTA は、直感的に使用できるインターフェイスであり、標準化されたグラジエントシムと組み合わせることで、常に最良の分解能で自動測定が簡単にできます。

【研究実績】

1. Nebauer, J.; Ishikawa, T.; Toyota, S.; Tykwinski, R. R.; Iwanaga, T. “Construction of Anthracene Bisimide-based Donor–Acceptor–Donor Arrays with 6,13-Diethynylpentacenes and 9,10-Diethynylanthracenes as Extended π -Conjugated Systems” *Chem. Lett.* 2020, 49, 781-784.
2. Watanabe, H.; Nakajima, K.; Ekuni, K.; Edagawa, R.; Akagi, Y.; Okuda, Y.; Wakamatsu, K.; Orita, A. “Custom-Made Pyrene Photocatalyst-Promoted Desulfonylation of Arylethenyl Sulfones Using Green-Light-Emitting Diodes” *Synthesis* 2021, 53, 2984-2994.
3. Okuda, Y.; Imafuku, K.; Tsuchida, Y.; Seo, T.; Akashi, H.; Orita, A. “Process-Controlled Regiodivergent Copper-Catalyzed Azide–Alkyne Cycloadditions: Tailor-made Syntheses of 4- and 5-Bromotriazoles from Bromo(phosphoryl)ethyne” *Org. Lett.* 2020, 22, 5099–5103.
4. Aoi Y, Hira H, Hayakawa Y, Liu H, Fukui K, Dai X, Tanaka K, Hayashi KI, Zhao Y, Kasahara H. “UDP-glucosyltransferase UGT84B1 regulates the levels of indole-3-acetic acid and phenylacetic acid in Arabidopsis” *Biochem Biophys Res Commun.* **2020**, 5;532(2): 244-250.

5. Yesbolatova A, Saito Y, Kitamoto N, Makino-Itou H, Ajima R, Nakano R, Nakaoka H, Fukui K, Gamo K, Tominari Y, Takeuchi H, Saga Y, Hayashi KI, Kanemaki MT. "The auxin-inducible degron 2 technology provides sharp degradation control in yeast, mammalian cells, and mice" *Nature Commun.* **2020**, 11(1): 5701.
doi: 10.1038/s41467-020-19532-z
6. Watanabe, H.; Takemoto, M.; Adachi, K.; Okuda, Y.; Dakegata, A.; Fukuyama, T.; Ryu, I.; Wakamatsu, K.; Orita, A. "Syntheses of Diarylethenes by Perylene-Catalyzed Photodesulfonylation from Ethenyl Sulfones" *Chem. Lett.* 2020, 49, 409–412. (Editor's choice)
7. K. Shimoda, N. Kubota, D. Uesugi, Y. Kobayashi, H. Hamada, H. Hamada, "Glycosylation of Stilbene Compounds by Cultured Plant Cells", *Molecules*, **2020**, 25, 1437-1445.
8. Okuda, Y.; Seo, T.; Shigezane, Y.; Watanabe, H.; Akashi, H.; Iwanaga, T.; Orita, A. "Synthesis of Ph₂P(O)-Stabilized Ynamines via C(sp)–N Bond Formation and Their Dephosphorylative Copper-Catalyzed Click Reaction" *Chem. Lett.* 2019, 48, 1484–1487.
9. Tajima, T.; Sanda, R.; Nishihara, K.; Shirai, H.; Okuda, Y.; Orita, A.; Takaguchi, Y. "Disproportionation-induced solid-state fluorescence in 6,13-dihydropentacenes" *RSC Adv.* 2019, 9, 17035–17039.
10. Sun, K.; Krejčí, O.; Foster, A. S.; Okuda, Y.; Orita, A.; Kawai, S. "Synthesis of Regioisomeric Graphene Nanoribbon Junctions via Heteroprecursors" *J. Phys. Chem. C* 2019, 123, 17632–17638.
11. T. Iwanaga, N. Asano, H. Yamada, S. Toyota, "Synthesis and Photophysical Properties of Dinaphtho[2,3-*b*:2',3'-*i*]dihydrophenazine Derivatives", *Tetrahedron Lett.* **2019**, 60(16), 1113-1116.
12. S. Toyota, K. Kawahata, K. Sugahara, T. Oki, T. Iwanaga, "New Quadruple and Sextuple Triptycene Gears in Macrocyclic Frameworks", *Asian J. Org. Chem.* **2019**, 8(10), 1919-1923.

Thermo-Nicolet 顕微赤外分光装置・顕微レーザーラマン分光装置

○顕微赤外分光装置

- Thermo-Nicolet 製 iS50 FT-IR 赤外分光器 + Continuum 赤外顕微鏡
測定波数範囲：20～27000 cm^{-1} (光源, ビームスプリッター, 検出器に依存)
搭載検出器：DTGS
- Continuum 赤外顕微鏡：検出器：MCT-A ($\sim 650 \text{ cm}^{-1}$)
反射対物鏡：15x
オプション：micro-ATR, 自動マッピングステージ



○顕微レーザーラマン装置

- Thermo-Nicolet 製 Almega XR 顕微レーザーラマン
励起光源：532 nm, 633 nm
空間分解能： $\sim 1 \mu\text{m}$
オプション：自動マッピングステージ



装置の概要

分子や固体結晶における原子は結合環境で決定される振動数で振動している。その値は 3000 cm^{-1} 程度以下のエネルギーの光波長領域に現れるので、この波長領域の光吸収や反射、ラマン散乱の解析によって物質の局所構造を解析することができる。吸収や反射は共鳴吸収が直接関与するためこれらを観測する赤外分光では強い信号を得ることができる。一方、後者は散乱光に含まれる微弱信号であり検出に難しさがあったが、レーザーとフィルターの技術的な進歩により観測感度が飛躍的に向上したため、今日では広く利用されるようになっていく。

顕微赤外分光装置は、研究用フーリエ変換赤外分光器 (Nicolet iS50 FT-IR) と赤外顕微鏡 (Continuum μ m FT-IR Microscope) で構成されている。微小試料測定に用いる赤外顕微鏡は、励起光位置を確認しながら分光測定を行うことができるなど市販装置の中でも最も操作性に優れたモデルと言える。光学スルーポートにも優れており、ATR や正反射測定による空間分割分析やそれらによるマッピング測定等、高度かつ便利な種々の測定を簡便に行うことができる。顕微レーザーラマン装置は、高精度のフィルターで励起レーザーのレイリー光を除去することで高感度の信号検出を実現している。本装置では波長校正等の光学調整作業が自動化されているので未経験者でも容易に有効なデータを取得することが可能である。

両測定は相補的な情報を与えるため並行して行われることも多いが、ラマン分光は赤外分光で障害となる水分が問題とならないことやペレット形成等の準備が必要ないので測定が簡単である。試料が発光してしまう場合を除き、優先して試してみると良いだろう。特に、生体試料の *in vitro* 測定や岩石のような不均一試料の非破壊分析にはラマンが適している。一方、赤外スペクトルは発光性の試料にも適用可能であり、信号強度も強いので、気体試料や表面、混合試料中における含有量の少ない物質の検出・同定において決定的な役割を果たすことがある。両装置ともに同等の自動ステージが装備されておりスペクトルのマッピング測定が可能である。ただし、空間分解能は回折限界に支配されるため、赤外分光では 10μ m 程度に制限される。より高い空間分解能での測定にはラマン分光装置の利用を推奨する。

【研究実績】

Noboru Osaka, Kenta Okauchi, Yuhei Eki, Yukihiro Noda. “Unexpected cosolvency of water on poly(propylene glycol) in hydrophobic ionic liquid”, *Colloid and Polymer Science* (2019) 297:1375-1381.

超分解能電界放出型走査電子顕微鏡 SU8010

概要

日立 SU8010 は、冷陰極電界放出型電子銃を搭載した走査型電子顕微鏡（FE-SEM）です。本装置はセミインレンズタイプで Upper/Lower の 2 つの二次電子検出器を搭載しており、試料から発生する二次電子、高角度散乱反射電子、低角度散乱反射電子を検出することで、目的に合わせた最適な高コントラストでの観察が行えます。また、標準装備されているリターディング機能により、低加速電圧（100 V～）での超高分解能な試料極表面の観察が可能です。さらに、エネルギー分散 X 線検出器（EDX）が搭載されており、試料の定性分析から更に半定量分析、面分析による元素分布の可視化などの分析を行うことができます。この超分解能 FE-SEM は、半導体などのエレクトロニクス分野や機能性材料分野、バイオテクノロジー分野等のナノテクノロジー分野において、試料表面の微細構造観察に大きく役立っています。



SU8010（HITACHI 製）外観

仕様

・分解能

1.0nm（加速電圧 15 kV WD = 4 mm 倍率 22 万倍）

1.3nm（照射電圧 1 kV WD = 1.5 mm 倍率 18 万倍 リターディングモード）

• 倍率

高倍率モード：×100 ～ × 800,000

低倍率モード：×20 ～ × 2,000

• 電子工学系

電子銃： 冷陰極電界放出型電子銃

加速電圧： 0.5～30 kV (標準モード)

照射電圧： 0.1～1 kV (リターディングモード)

検出器： Upper / Lower 検出器 2 台
SE / BSE 信号可変方式 (Upper)

• 試料ステージ

可動範囲： X 移動 0 ～ 50 mm

Y 移動 0 ～ 50 mm

Z 移動 1.5 ～ 30 mm

傾斜 -5° ～ +70°

回転 360°

試料サイズ： 最大 100 mm (直径)

• 画像表示

画像表示モード

ノーマル表示 (1,280×969)

縮小表示 (640×480)

調整用縮小表示 (320×240)

画像データ保存

保存画像サイズ (640×480, 1,280×960, 2,560×1,920, 5,120×3,840)

• 排気系

到達真空度

試料室 7×10^{-4} Pa 以下

電子銃室 1×10^{-7} Pa 以下 (IP1)

2×10^{-6} Pa 以下 (IP2)

7×10^{-5} Pa 以下 (IP3)

装置紹介

日本電子 透過型電子顕微鏡 JEM-1400

仕様 : 加速電圧 80 kV, 100 kV, 120 kV。

分解能 0.38 nm。 最大倍率 120 万倍。

試料 : ナノ粒子、金属材料、半導体、鉱物、セラミックス、および
有機・生体物質試料や生物組織・細胞サンプルなど。

用途 : TEM 像観察および電子線回折測定。

【機器概要】

ナノ・メートルサイズの観察が可能である(公称分解能 0.38 nm)。透過型電子顕微鏡であるため、顕微鏡像観察だけでなく、電子線回折による結晶構造解析も可能である。すなわち、ナノ・メートルサイズ領域の電子線回折により、微細領域での結晶構造および、その格子歪みなどを明らかにすることができる。金属固体結晶サンプルだけでなく、無機ナノ粒子を含む粉末サンプルや合成および天然高分子化合物等の透過型電子顕微鏡観察も可能である。また、染色法によりナノ・メートルオーダーのベシクル・リポソーム等の有機・生体物質からなる有機分子構造体や、生物組織・細胞サンプルの透過型電子顕微鏡観察も行うことができる。加速電圧が最大で 120 kV を低いため、サンプルの損傷が少ない状態で観測ができる。

TEM 本体・CCD カメラ・PC が一体となっているため、TEM 像観察や電子線回折などを PC 利用操作により簡便に行なうことができる。CCD カメラ搭載のため、かつてのように暗室でのフィルム

の充填や現像の必要が無い。写真撮影は PC 操作によるマウスでのワンクリックで行え、時間・コストを要しない。また、撮影された TEM 写真とスケール・バーはビットマップや TIFF 画像ファイルで保存され、簡単に USB メモリ等に写真を移せ、撮影後すぐに写真の使用ができる。別途テキストファイルに撮影条件等に関して保存されている。

TEM 初心者でも利用講習後、数回の使用で装置の起動、サンプル交換・写真撮影、装置の停止等を単独で行うことができる。



JEM-1400 (日本電子 HP より)

【研究実績】

学会発表

○Hiroki Muraai, Tatsuya Obata, and Makoto Takezaki

pH Dependence of Snowflake Gold Nanoparticles Prepared by Gallic Acid Reduction
Okinawa Colloids 2019, Nago, Okinawa, 2019, Nov.

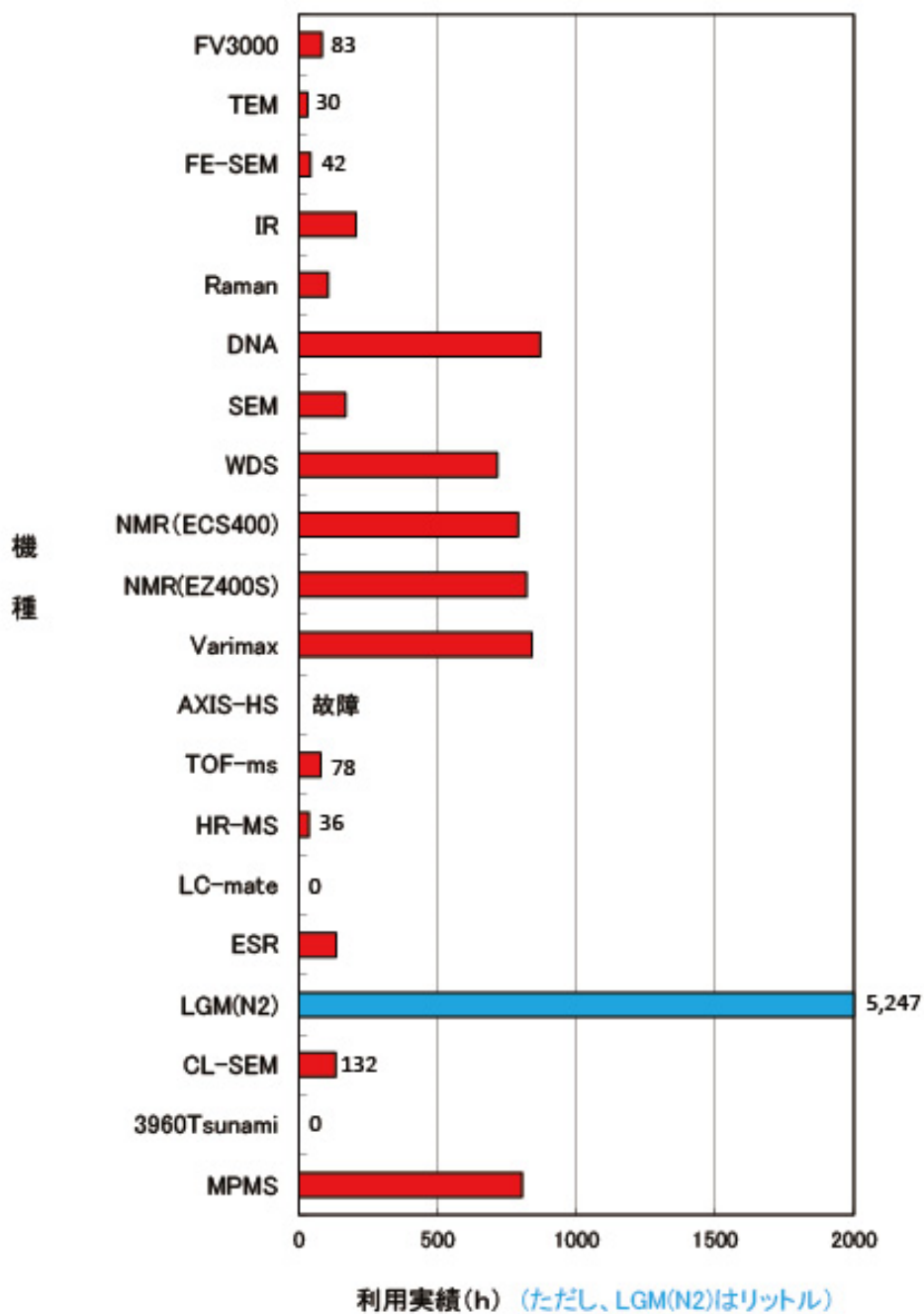
○村合大輝・小幡辰哉・竹崎誠

アルキルトリメチルアンモニウム臭化物存在下での塩化金酸ナトリウムの没食子酸還元
第69回コロイドおよび界面化学討論会(つくば), 2018年9月.

機器別利用実績

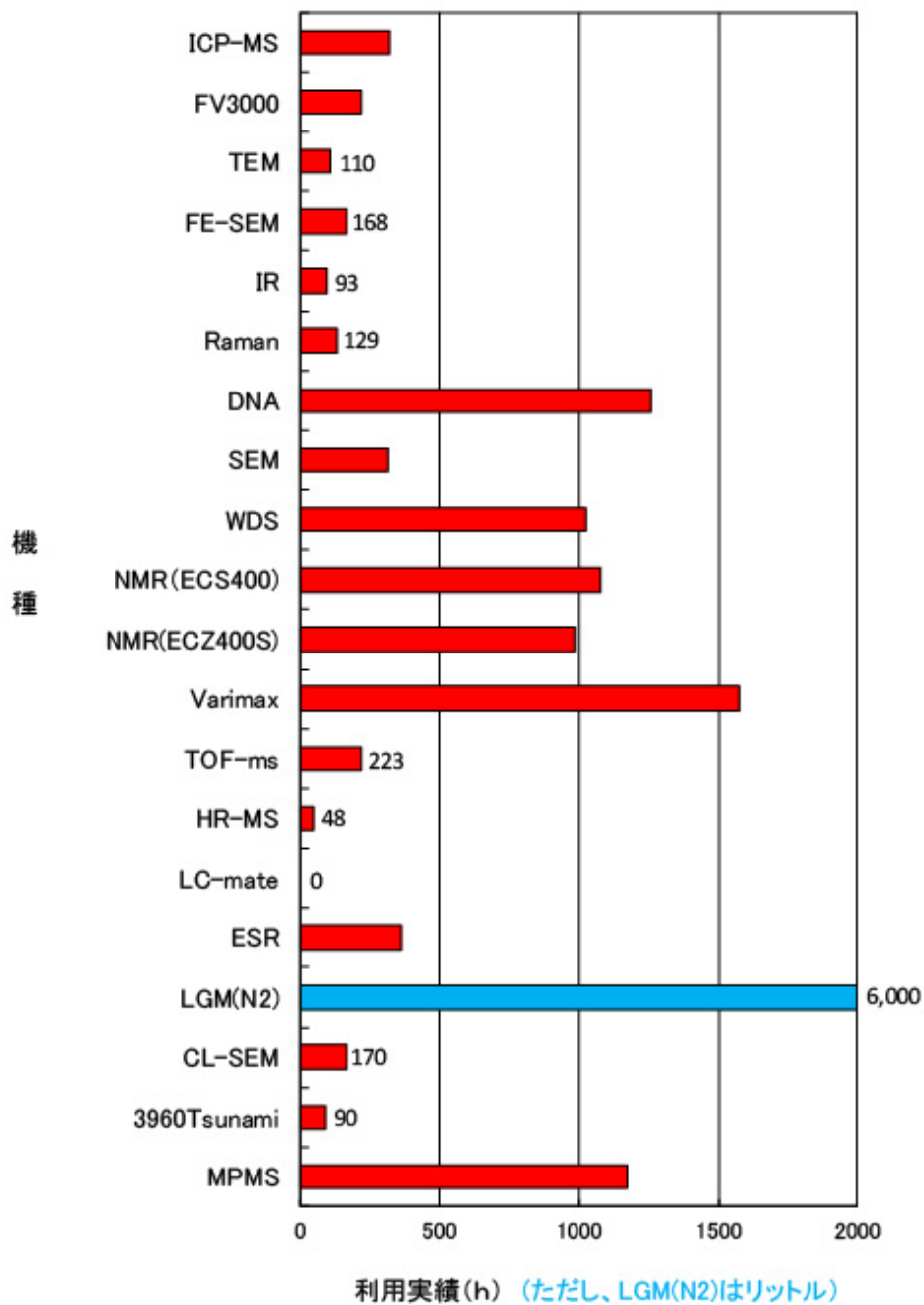
機器別利用実績

2019年4月～2019年9月



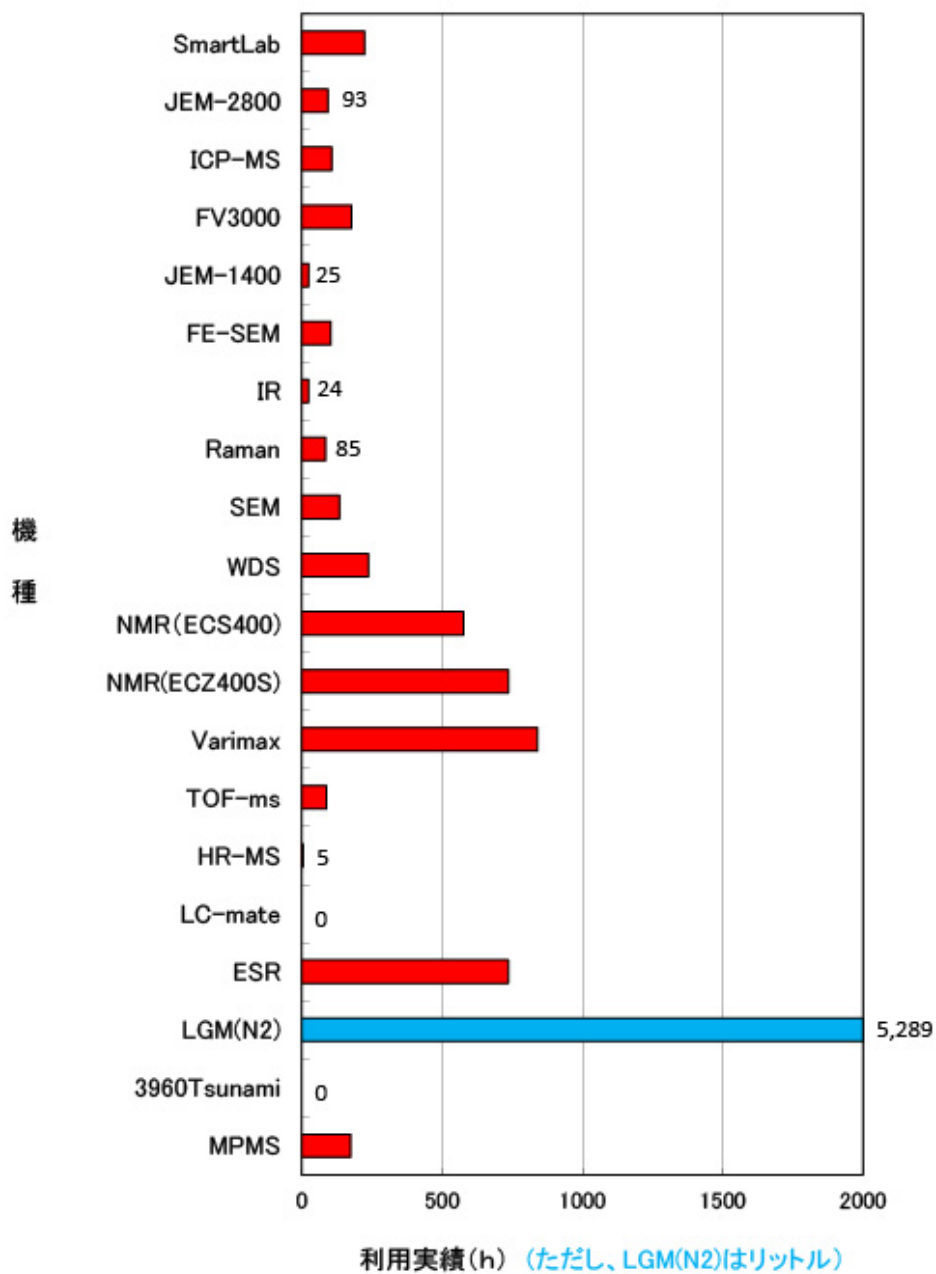
機器別利用実績

2019年10月～2020年3月



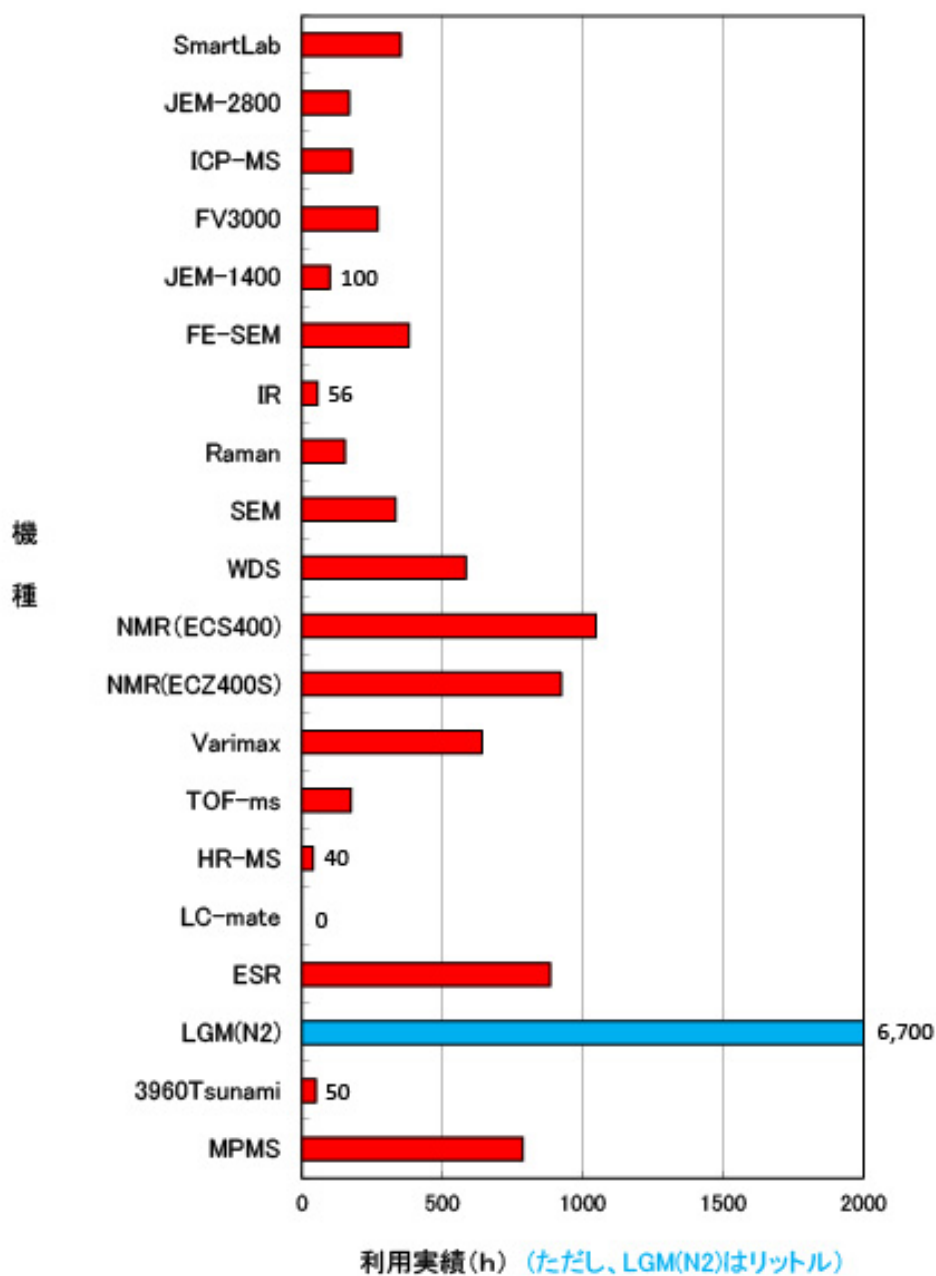
機器別利用実績

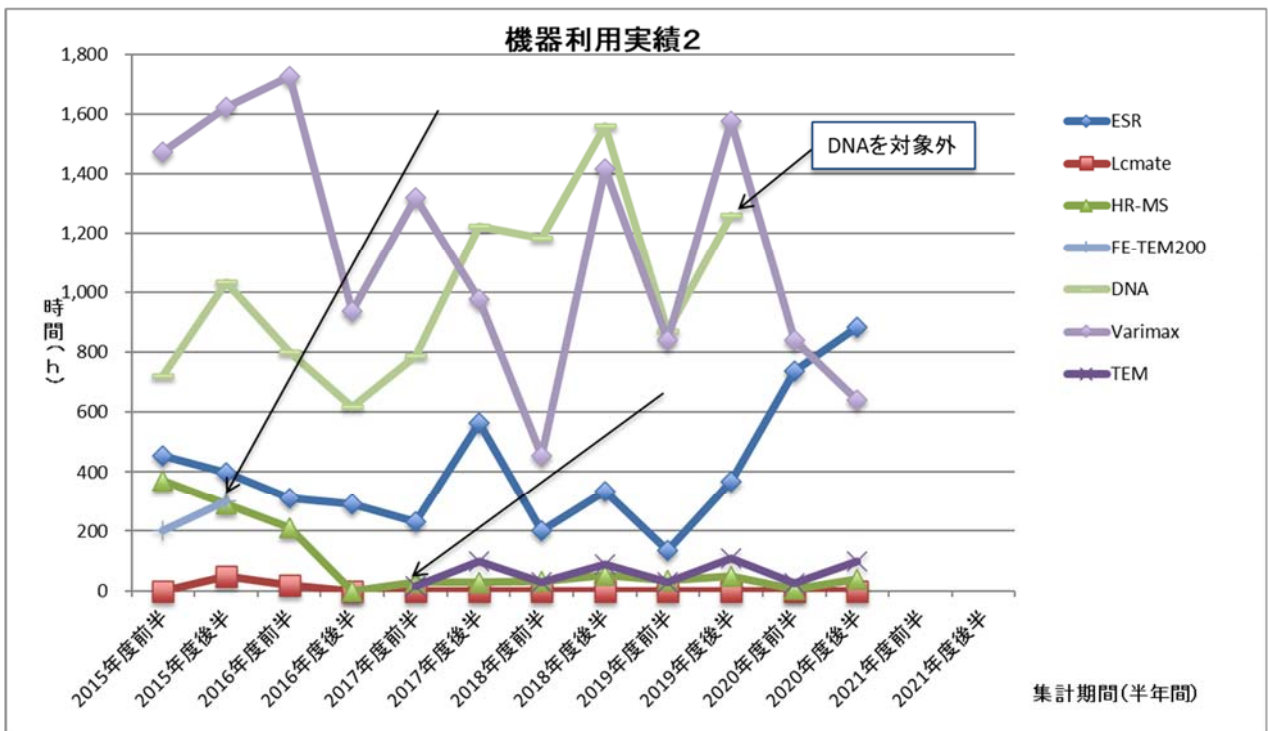
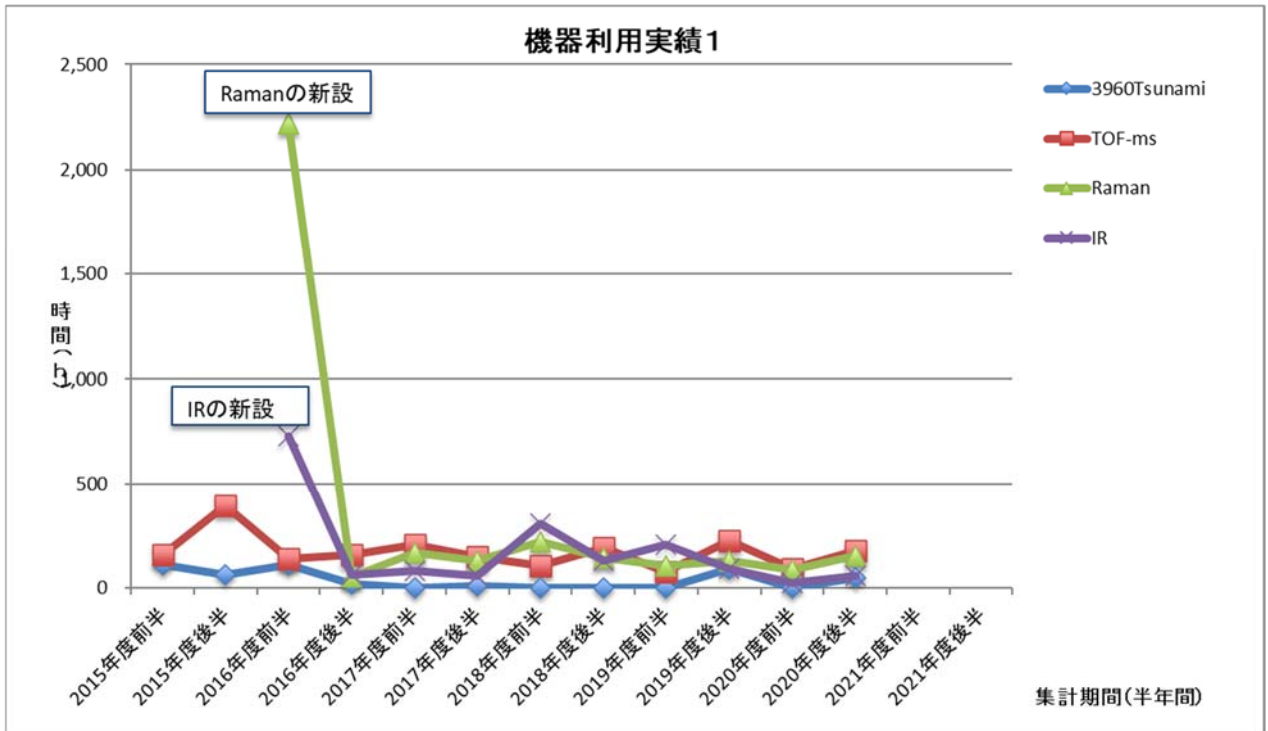
2020年4月～2020年9月

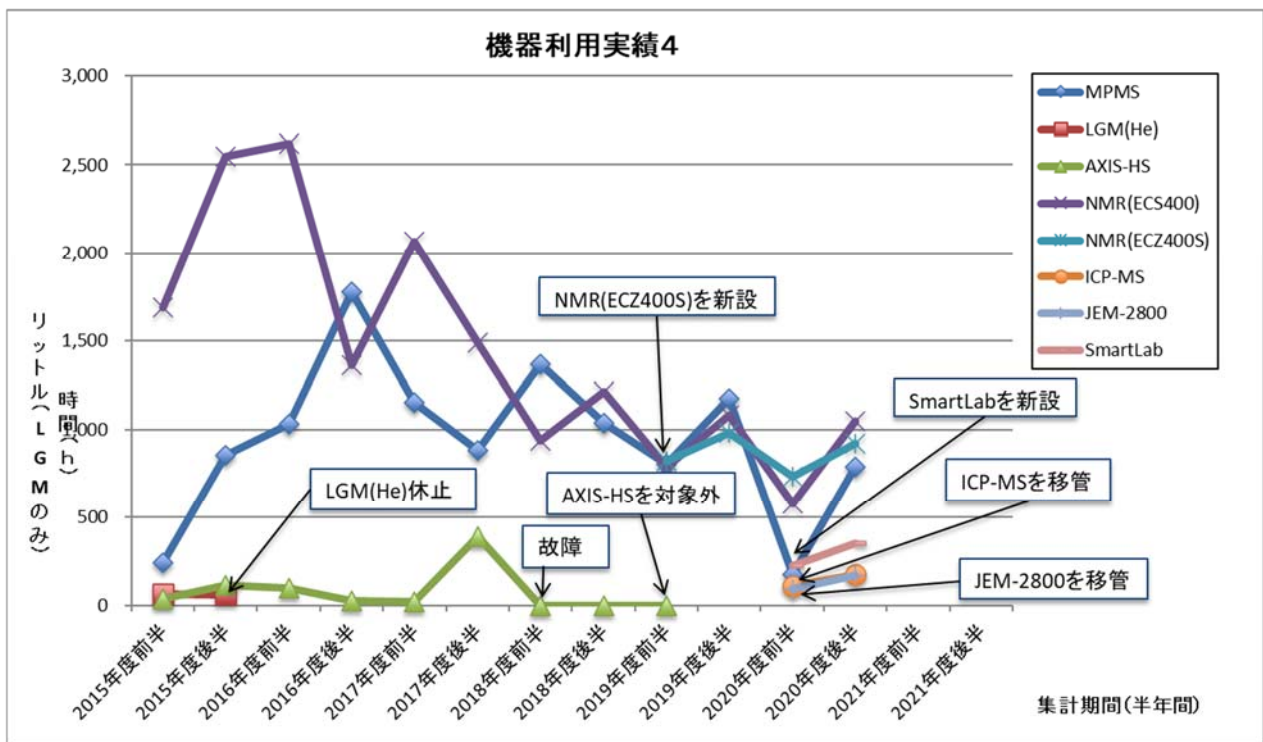
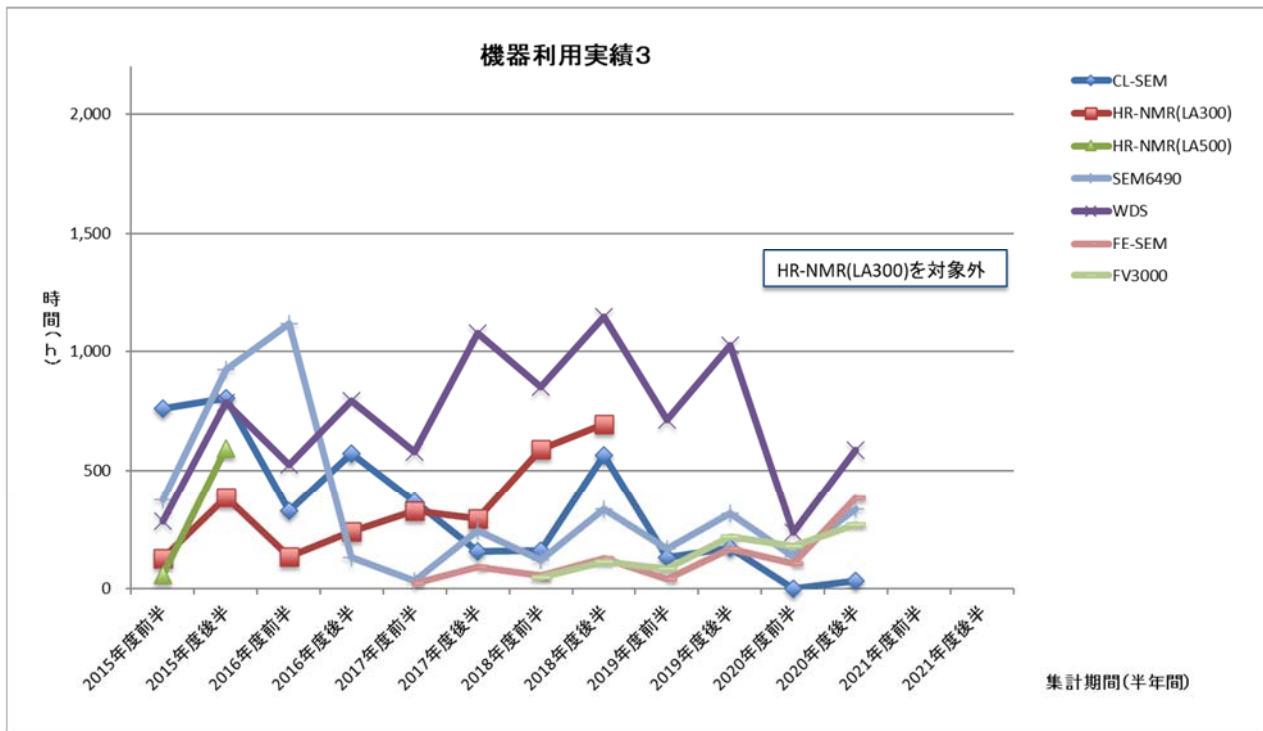


機器別利用実績

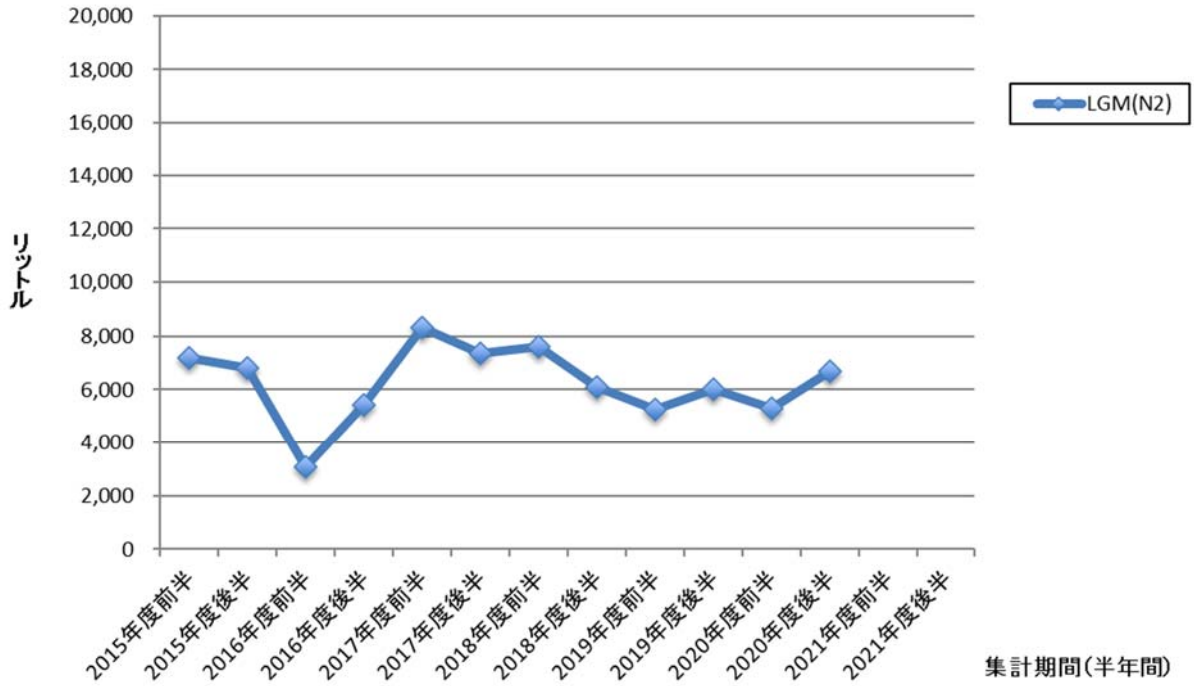
2020年10月～2021年3月







機器利用実績5



内部評価結果

機器優先順位計算シート (令和元年版)																								
		《重み》 使用実績 3			研究成果 2			相互評価 1			社会貢献 1			学外者利用 0.5			センター長評価 0.5			教員平均年齢 0.5			2019.11.20 船本作成	
NO.	機種	使用実績						研究成果				相互評価		社会貢献		学外者利用		センター長評価		教員平均年齢			順位合計点 g+j+l+n+p+r+u	総合順位
		a	b=a*1	c	d=c*0.5	e=b+d	f	g=f*3	h	i	j=i*2	k	l*1	m	n*1	o	p=o*0.5	q	r=q*0.5	s	t	u=t*0.5		
		教員数	ポイント	学生数	ポイント	ポイント計	順位	重み順位	論文数	順位	重み順位	ポイント	重み順位	ポイント	重み順位	順位	重み順位	順位	重み順位	ポイント	順位	重み順位		
1	WDS 電子プローブマイクロアナライザー	27	27	30	15.0	42.0	2	6	8	1	2	5	1	2	4	8	4	2	1	51.272	3	1.5	19.5	2
2	JSM-6490 走査型電子顕微鏡	12	12	23	11.5	23.5	6	18	1	7	14	3	7	0	6	2	1	4	2	49.666	1	0.5	48.5	7
3	ECS-400 核磁気共鳴装置	13	13	76	38.0	51.0	1	3	6	3	6	5	1	5	1	8	4	1	0.5	53.538	7	3.5	19.0	1
4	TOF/MS 飛行時間型質量分析計	17	17	28	14.0	31.0	4	12	4	5	10	4	4	0	6	8	4	3	1.5	51.764	4	2.0	39.5	4
5	ESR 電子スピン共鳴装置	9	9	9	4.5	13.5	8	24	2	6	12	4	4	2	4	2	1	7	3.5	58.333	8	4.0	52.5	8
6	VariMax X線構造解析装置	10	10	17	8.5	18.5	7	21	8	1	2	2	8	5	1	8	4	6	3	53.428	6	3.0	42.0	5
7	MPMS 高感度磁化率測定装置	17	17	19	9.5	26.5	5	15	6	3	6	4	4	4	3	1	0.5	5	2.5	51.000	2	1.0	32.0	3
8	JNM-ECZ400S 核磁気共鳴装置	8	8	47	23.5	31.5	3	9	0	8	16	5	1	0	6	8	4	8	4	52.875	5	2.5	42.5	6
9	CL-sem カソードルミネッセンス測定装置	12	12	11	5.5	17.5	5	15	2	2	4	4	3	1	2	9	4.5	5	2.5	55.666	6	3.0	34.0	4
10	Raman-IR 分光装置	9	9	19	9.5	18.5	3	9	3	1	2	7	1	0	3	9	4.5	3	1.5	49.333	2	1.0	22.0	1
11	JMS-MS700 高分解能質量分析計	8	8	4	2.0	10.0	6	18	0	4	8	6	2	1	2	9	4.5	6	3	56.125	7	3.5	41.0	6
12	Lomate 液体クロマト質量計	1	1	0	0.0	1.0	8	24	0	4	8	3	6	0	3	2	1	9	4.5	66.000	9	4.5	51.0	8
13	Millennia 蛍光寿命測定装置	1	1	0	0.0	1.0	8	24	0	4	8	1	8	0	3	9	4.5	8	4	51.000	3	1.5	53.0	9
14	DNAシーケンサー	10	10	17	8.5	18.5	3	9	0	4	8	0	9	0	3	9	4.5	4	2	51.200	4	2.0	37.5	5
15	FV3000 共焦点レーザー走査型顕微鏡	10	10	26	13.0	23.0	1	3	0	4	8	3	6	0	3	9	4.5	1	0.5	51.600	5	2.5	27.5	3
16	SU8010 電界放射型走査電子顕微鏡	10	10	22	11.0	21.0	2	6	1	3	6	4	3	0	3	9	4.5	2	1	49.200	1	0.5	24.0	2
17	JEM-1400 透過型電子顕微鏡	3	3	6	3.0	6.0	7	21	0	4	8	4	3	2	1	9	4.5	7	3.5	56.666	8	4.0	45.0	7

機器優先順位計算シート (令和2年版)																								
		《重み》 使用実績 3			研究成果 2			相互評価 1			社会貢献 1			学外者利用 0.5			センター長評価 0.5			教員平均年齢 0.5			2020.11.14 船本作成	
NO.	機種	使用実績						研究成果				相互評価		社会貢献		学外者利用		センター長評価		教員平均年齢			順位合計点 g+j+k+n+p+r+u	総合順位
		a	b=a*1	c	d=c*0.5	e=b+d	f	g=f*3	h	i	j=i*2	k	k*1	n	n*1	o	p=o*0.5	q	r=q*0.5	s	t	u=t*0.5		
		教員数	ポイント	学生数	ポイント	ポイント計	順位	重み順位	論文数	順位	重み順位	ポイント	重み順位	ポイント	重み順位	順位	重み順位	順位	重み順位	ポイント	順位	重み順位		
1	WDS 電子プローブマイクロアナライザー	22	22	28	14.0	36.0	4	12	4	5	10	6	1	2	2	9	4.5	2	1	51.818	4	2.0	32.5	4
2	JSM-6490 走査型電子顕微鏡	12	12	27	13.5	25.5	5	15	1	7	14	1	9	0	7	2	1	7	3.5	49.916	1	0.5	50.0	6
3	ECS-400 核磁気共鳴装置	13	13	59	29.5	42.5	1	3	7	1	2	2	6	2	2	9	4.5	1	0.5	53.538	7	3.5	21.5	1
4	TOF/MS 飛行時間型質量分析計	18	18	37	18.5	36.5	3	9	5	2	4	2	6	1	6	9	4.5	3	1.5	52.944	6	3.0	34.0	5
5	ESR 電子スピン共鳴装置	7	7	11	5.5	12.5	9	27	1	7	14	2	6	2	2	2	1	8	4	58.000	9	4.5	58.5	9
6	VariMax X線構造解析装置	10	10	17	8.5	18.5	8	24	5	2	4	3	5	0	7	9	4.5	6	3	52.000	5	2.5	50.0	6
7	MPMS 高感度磁化率測定装置	15	15	18	9.0	24.0	6	18	5	2	4	5	3	9	1	1	0.5	5	2.5	50.300	2	1.0	30.0	3
8	JNM-ECZ400S 核磁気共鳴装置	8	8	59	29.5	37.5	2	6	4	5	10	6	1	2	2	9	4.5	4	2	54.727	8	4.0	29.5	2
9	SmartLab 全自動多目的X線回折装置	19	19	10	5.0	24.0	6	18	0	9	18	5	3	0	7	9	4.5	9	4.5	51.421	3	1.5	56.5	8
10	Raman-IR 分光装置	9	9	23	11.5	20.5	3	9	1	4	8	8	1	0	5	8	4	4	2	46.555	1	0.5	29.5	4
11	JMS-MS700 高分解能質量分析計	7	7	3	1.5	8.5	6	18	2	2	4	5	3	0	5	8	4	6	3	55.571	8	4.0	41.0	6
12	Millennia 蛍光寿命測定装置	1	1	0	0.0	1.0	8	24	0	6	12	1	7	0	5	8	4	8	4	52.000	6	3.0	59.0	8
13	FV3000 共焦点レーザー走査型顕微鏡	9	9	25	12.5	21.5	2	6	2	2	4	1	7	1	3	8	4	2	1	51.666	4	2.0	27.0	2
14	SU8010 電界放射型走査電子顕微鏡	11	11	30	15.0	26.0	1	3	0	6	12	6	2	0	5	8	4	3	1.5	48.909	3	1.5	29.0	3
15	JEM-1400 透過型電子顕微鏡	2	2	7	3.5	5.5	7	21	0	6	12	4	5	1	3	8	4	7	3.5	52.500	7	3.5	52.0	7
16	JEM-2800 透過型電子顕微鏡	9	9	0	0.0	9.0	5	15	1	4	8	5	3	2	2	8	4	5	2.5	51.750	5	2.5	37.0	5
17	LA-ICP-MS レーザーアブレーションICP質量分析装置	11	11	11	5.5	16.5	4	12	3	1	2	2	6	4	1	8	4	1	0.5	47.000	2	1.0	26.5	1

兼務研究員
研究実績

兼務研究員 青木一勝

学術論文

1. Harada, H., Tsujimori, T., Kon, Y., Aoki, S., **Aoki, K.**, 2021. Nature and timing of anatectic event of the Hida Belt (Japan): Constraints from titanite geochemistry and U-Pb age of clinopyroxene-bearing leucogranite, *Lithos*, 398-399. 1065256.
2. Fukushima, R., Tsujimori, T., Aoki, S., **Aoki, K.**, 2021. Trace-element zoning patterns in porphyroblastic garnets in low-T eclogites: Parameter optimization of the diffusion-limited REE-uptake model, *Island arc*, 30, e12394.
3. Ganbat, A., Tsujimori, T., Boniface, N., Pastor-Galán D., Aoki, S., **Aoki, K.**, 2021. Crustal evolution of the Paleoproterozoic Ubendian Belt (SW Tanzania) western margin: A Central African Shield amalgamation tale. *Gondwana Research*, 91, 286-306.
4. Matsunaga, S., Tsujimori, T., Miyashita, A., Aoki, S., **Aoki, K. K.**, Pastor-Galán D., Yi, K., 2021. *Lithos*, 380-381, 105898.
5. Harada, H., Tsujimori, T., KUnugiza, K., Yamashita, K., Aoki, S., **Aoki, K.**, Takayanagi, H., Iryu, Y., 2021. The $\delta^{13}\text{C}$ - $\delta^{18}\text{O}$ variations in marble in the Hida Belt, Japan. *Island arc*, DOI: 10.1111/iar.12389.
6. Aoki, S., Date, Y., Hishido, H., **Aoki, K.**, 2021. LA-ICP-MS U-Pb dating of the 401 apatite. *Naturalistae*, 25, 23-27.

学会発表

1. **青木一勝**. モンゴル国ゴビ砂漠に分布する古脊椎動物化石含有層の年代制約. 日本古生物学会 2021 年年会. 岡山理科大学, 2021, 7/2-7/4.
2. 実吉玄貴・林 昭次・千葉謙太郎・**青木一勝**. 絶対年代決定から見るモンゴル国ゴビ砂漠から産出する後期白亜紀脊椎動物 化石相の重要性. 岡山理科大学, 2021, 7/2-7/4.

兼務研究員 岩永哲夫

学術論文

- (1) Synthesis and Photophysical Properties of 7-(Diethylamino)-3-(4-(arylethynyl)phenyl)-2*H*-chromen-2-ones as Strong Fluorescent Materials
T. Shimasaki,* K. Kobayashi, T. Kitanou, T. Oki, T. Ishikawa, N. Asano, **T. Iwanaga**, N. Teramoto, M. Shibata*
Tetrahedron, in press. <https://doi.org/10.1016/j.tet.2021.132369> (2021.8)
- (2) Synthesis, Structures and Electronic Properties of 2,7-Anthrylene-based Azacyclophanes Bearing *o*-, *m*-, and *p*-Phenylenediamine Linkers
T. Iwanaga,* T. Komori, H. Sato, S. Suzuki, T. Yamauchi, Y. Misaki, H. Sato, S. Toyota
J. Org. Chem. in press. <https://doi.org/10.1021/acs.joc.1c00856> (2021.7)

学会発表

- (1) 酸化的環化反応の制御に基づくパイ拡張型カルバゾール誘導体の合成
○**岩永哲夫**, 沖朋弘, 守岡義弘, 今泉健太
第31回基礎有機化学討論会 3B09, オンライン, 2021年9月. (口頭発表)
- (2) 酸化的環化反応を用いた含窒素パイ拡張型アントラセン誘導体の合成と構造
○清水厚希, 岩永哲夫
第31回基礎有機化学討論会 3B09, オンライン, 2021年9月. (ポスター発表)

兼務研究員 大阪昇

学会発表

1. 6/16 : 一般社団法人プラスチック成形加工学会第 32 回年次大会 @オンライン
“臭素系難燃剤を化学修飾したリグノセルロースナノファイバーの合成および水性ウレタンへの複合化” (ポスター)
○留目 大輔、長尾 直希、大坂 昇、岡田 賢治、井口 勉

2. 6/9 : 2021 年繊維学会年次大会 @オンライン
“臭素系難燃剤を化学修飾したリグノセルロースナノファイバーの作成と水性ウレタン塗料への展開” (ポスター)
○留目 大輔、長尾 直希、大坂 昇、岡田 賢治、井口 勉

3. 5/21 : 日本ゴム協会 2021 年年次大会 @オンライン
“ゴムと結晶性樹脂からなるセミ相互侵入高分子網目の相溶性と階層構造” (口頭)
○大坂 昇、奥藤 未来

兼務研究員 折田明浩

論文

Sun, K.; Sagisaka, K.; Peng, L.; Watanabe, H.; Xu, F.; Pawlak, R.; Meyer, E.; Okuda, Y.; **Orita, A.**; Kawai, S. “Head-to-Tail Oligomerization by Silylene-Tethered Sonogashira Coupling on Ag(111)” *Angew. Chem Int. Ed.* **2021**, *60*, 1-7.

学会発表

第 10 回 JACI/GSC シンポジウム シンポジウム (2021 年 6 月 28 日(月)～6 月 29 日(火))

奥田 靖浩, 藤本 真世, 清原 和也, 桑山 愛菜, **折田 明浩** ”イナミンを用いた多環芳香族アミン合成：合成プロセス制御によるアミノ基の位置転換戦略 “第 10 回 JACI/GSC シンポジウム シンポジウム A-29 オンライン (2021 年 6 月 28 日(月)～6 月 29 日(火))

江國 堅登, 渡部 光, 奥田 靖浩, 田嶋 智之, 高口 豊, **折田 明浩** ”光電変換を志向した有機色素内包化カーボンナノチューブの調製 “ 第 10 回 JACI/GSC シンポジウム シンポジウム A-53 オンライン (2021 年 6 月 28 日(月)～6 月 29 日(火))

渡部 光, 佐藤 拓磨, 菅原 大地, 奥田 靖浩, **折田 明浩** “緑色光照射下ピレン光触媒による還元的脱スルホニル化” 第 10 回 JACI/GSC シンポジウム シンポジウム C-36 オンライン (2021 年 6 月 28 日(月)～6 月 29 日(火))

佐藤 拓磨, 渡部 光, 城山 芽生, 奥田 靖浩, **折田 明浩** “分岐アルコキシ基の置換位置の異なるピレン光触媒を用いた脱スルホニル化反応” 第 10 回 JACI/GSC シンポジウム シンポジウム C-37 オンライン (2021 年 6 月 28 日(月)～6 月 29 日(火))

第 31 回基礎有機化学討論会

2021 年 9 月 21 日 (火) ～9 月 23 日 (木)

渡部 光・佐藤 拓磨・菅原 大地・奥田 靖浩・**折田 明浩** “光触媒としてピレン誘導体を用いたビニルスルホンの還元的脱スルホニル化反応” 第 31 回基礎有機化学討論会 1P035 オンライン 2021 年 9 月 21 日 (火) ～9 月 23 日 (木)

佐藤 拓磨・渡部 光・城山 芽生・奥田 靖浩・折田 明浩 “還元的脱スルホニル化に用いるピレン光触媒の分岐アルコキシ基の置換による活性制御” 第 31 回基礎有機化学討論会 1P099 オンライン 2021 年 9 月 21 日 (火) ~9 月 23 日 (木)

奥田 靖浩・藤本 真世・桑山 愛菜・清原 和也・折田 明浩 “ホスフィニルイナミンと 2-ヨードビフェニルの[4 + 2]環化による含窒素・リン多環式化合物の合成と光学的特性の調査” 第 31 回基礎有機化学討論会 3A02 オンライン 2021 年 9 月 21 日 (火) ~9 月 23 日 (木)

兼務研究員 豊田新

学会発表

1. Haranosono, D., **Toyoda, S.**, Nagai, K.: ESR dating of heated rock fragments excavated from Tsujita site, Kyushu, Japan. 16th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating, Online, Sep. 13-17, 2021.
2. Tomita, M., **Toyoda, S.**, Ishibashi, J., Fujiwara, T.: ESR dating of sea-floor hydrothermal barite: use of the regenerative dose protocol. 16th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating, Online, Sep. 13-17, 2021.
3. Obata, N., **Toyoda, S.**: Thermal stability of the ESR signals in quartz of various origin. 16th International Conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating, Online, Sep. 13-17, 2021.
4. 富田麻起子, **豊田新**, 石橋純一郎: 信号再生法を用いた海底熱水性重晶石の ESR 年代測定の試み, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, オンライン, 2017 年 5 月 30-6 月 6 日.

兼任研究員 林謙一郎
学術論文および著書

1. Li, C.; Liu, G.; Geng, X.; He, C.; Quan, T.; Hayashi, K. I.; De Smet, I.; Robert, H. S.; Ding, Z.; Yang, Z. B., Local regulation of auxin transport in root-apex transition zone mediates aluminium-induced Arabidopsis root-growth inhibition. *Plant J* **2021**. in press [doi: 10.1111/tpj.15424]
2. Hayashi, K. I., Chemical Biology in Auxin Research. *Cold Spring Harb Perspect Biol* **2021**, *13* (5).
3. Yesbolatova, A.; Saito, Y.; Kitamoto, N.; Makino-Itou, H.; Ajima, R.; Nakano, R.; Nakaoka, H.; Fukui, K.; Gamo, K.; Tominari, Y.; Takeuchi, H.; Saga, Y.; Hayashi, K. I.; Kanemaki, M. T., The auxin-inducible degron 2 technology provides sharp degradation control in yeast, mammalian cells, and mice. *Nat Commun* **2020**, *11* (1), 5701.
4. Watanabe, S.; Takahashi, N.; Kanno, Y.; Suzuki, H.; Aoi, Y.; Takeda-Kamiya, N.; Toyooka, K.; Kasahara, H.; Hayashi, K. I.; Umeda, M.; Seo, M., The Arabidopsis NRT1/PTR FAMILY protein NPF7.3/NRT1.5 is an indole-3-butyric acid transporter involved in root gravitropism. *Proc Natl Acad Sci U S A* **2020**, *117* (49), 31500-31509.
5. Takubo, E.; Kobayashi, M.; Hirai, S.; Aoi, Y.; Ge, C.; Dai, X.; Fukui, K.; Hayashi, K. I.; Zhao, Y.; Kasahara, H., Role of Arabidopsis INDOLE-3-ACETIC ACID CARBOXYL METHYLTRANSFERASE 1 in auxin metabolism. *Biochem Biophys Res Commun* **2020**, *527* (4), 1033-1038.
6. Oikawa, Y.; Izumi, R.; Koide, M.; Hagiwara, Y.; Kanzaki, M.; Suzuki, N.; Kikuchi, K.; Matsubashi, T.; Akiyama, Y.; Ichijo, M.; Watanabe, S.; Toyohara, T.; Suzuki, T.; Mishima, E.; Akiyama, Y.; Ogata, Y.; Suzuki, C.; Hayashi, H.; Kodama, E. N.; Hayashi, K. I.; Itoi, E.; Aoki, M.; Kure, S.; Abe, T., Mitochondrial dysfunction underlying sporadic inclusion body myositis is ameliorated by the mitochondrial homing drug MA-5. *PLoS One* **2020**, *15* (12), e0231064.
7. Koike, I.; Watanabe, S.; Okazaki, K.; Hayashi, K. I.; Kasahara, H.; Shimomura, K.; Umehara, M., Endogenous auxin determines the pattern of adventitious shoot formation on internodal segments of ipecac. *Planta* **2020**, *251* (3), 73.
8. Kaneko, S.; Cook, S. D.; Aoi, Y.; Watanabe, A.; Hayashi, K. I.; Kasahara, H., An Evolutionarily Primitive and Distinct Auxin Metabolism in the Lycophyte *Selaginella moellendorffii*. *Plant Cell Physiol* **2020**, *61* (10), 1724-1732.
9. Aoi, Y.; Tanaka, K.; Cook, S. D.; Hayashi, K. I.; Kasahara, H., GH3 Auxin-Amido Synthetases Alter the Ratio of Indole-3-Acetic Acid and Phenylacetic Acid in Arabidopsis. *Plant Cell Physiol* **2020**, *61* (3), 596-605.

10. Aoi, Y.; Oikawa, A.; Sasaki, R.; Huang, J.; Hayashi, K. I.; Kasahara, H., Arogenate dehydratases can modulate the levels of phenylacetic acid in Arabidopsis. *Biochem Biophys Res Commun* **2020**, *524* (1), 83-88.
11. Aoi, Y.; Hira, H.; Hayakawa, Y.; Liu, H.; Fukui, K.; Dai, X.; Tanaka, K.; Hayashi, K. I.; Zhao, Y.; Kasahara, H., UDP-glucosyltransferase UGT84B1 regulates the levels of indole-3-acetic acid and phenylacetic acid in Arabidopsis. *Biochem Biophys Res Commun* **2020**, *532* (2), 244-250.

特許

特願 2016-220997 ライソゾーム病の予防又は改善剤 R3 年 3 月 24 日

特願 2017-547621 コラーゲン産生抑制剤 R3 年 4 月 21 日

規程

○岡山理科大学総合機器センター規程

改正 令和2年2月26日

令和3年2月24日

(趣旨)

第1条 岡山理科大学総合機器センター規程（以下、「本規程」という。）は、岡山理科大学（以下、「本大学」という。）研究・社会連携機構規程第5条第2項に基づき、総合機器センター（以下、「本センター」という。）に関して必要な事項を定めるものとする。

(目的)

第2条 本センターは、共同利用大型分析機器の管理・運用及び液体窒素等の安定供給を通して、本大学の教育・研究の発展に寄与することを目的とする。

(構成員)

第3条 本センターに、センター長を置く。

- 2 センター長を補佐する目的で、次長を置くことができる。
- 3 センター長及び次長の任期は、岡山理科大学教育職員役職者の任命についての細則の定めによる。
- 4 必要に応じて、専任教員を置くことができる。
- 5 岡山理科大学高圧ガス危害予防規程に定める次の者を置く。
 - (1) 保安統括者
 - (2) 保安統括者代理者
 - (3) 保安技術管理者
 - (4) 保安技術管理者代理者
 - (5) 保安係員
 - (6) 保安係員代理者

(研究員)

第4条 本センターは、次の号に定める研究員を受け入れることができる。

- (1) 本センターに所属しない岡山理科大学教員（以下、「兼務研究員」という。）
 - (2) 岡山理科大学研究員規程に定める研究員
 - (3) 岡山理科大学客員研究員規程に定める客員研究員
- 2 兼務研究員の任期は1年とし、再任を妨げない。
 - 3 兼務研究員は、年度当初の研究・社会連携機構会議にて承認を得なければならない。

(業務)

第5条 本センターは、研究・分析部門と低温部門を設け、次の業務を行う。

(1) 研究・分析部門

- ア 共同利用大型分析機器を利用した研究
- イ 機器の保守管理
- ウ 円滑な利用調整
- エ 各機器の使用ガイダンス
- オ 学生、教職員への啓蒙、研究支援
- カ その他

(2) 低温部門

- ア 液体窒素、液体ヘリウムの製造及び供給
- イ 設備、機器及び容器の保守管理
- ウ 保安教育
- エ 学生、教職員への啓蒙、研究支援
- オ その他

(安全)

第6条 本センター及び利用者は、次に定める規程を遵守し、安全の確保に努めなければならない。

(1) 岡山理科大学高圧ガス危害予防規程

(2) 岡山理科大学放射線障害予防規程

(重要事項の審議)

第7条 本センターの管理及び運営に関する重要事項は、研究・社会連携機構会議及び大学協議会の審議を経て、学長が決定する。

(センター会議)

第8条 本センターの管理及び運営に関する事項を協議するために、センター会議を置く。

2 センター会議の運営については、別に定める。

(研究成果の発表)

第9条 本センターは、研究成果を「岡山理科大学総合機器センター報告」として定期的に発行する。

(利用手続)

第10条 本センターの利用については、別に定める。

2 学外者の使用については、別に定める。

(事務)

第11条 本センターの事務は、岡山理科大学事務組織規程に基づき研究・社会連携部が担当する。

(改廃)

第12条 本規程の改廃は、研究・社会連携機構会議及び大学協議会の審議を経て、学長が決定する。

附 則

この規程は、平成7年1月19日から施行する。

岡山理科大学低温施設規程（昭和59年4月1日施行）は、廃止する。

附 則

改正 令和2年2月26日

この改正規程は、平成20年4月1日から施行する。

附 則

改正 令和2年2月26日

この改正規程は、平成22年4月1日から施行する。

附 則

改正 令和2年2月26日

この改正規程は、平成26年11月1日から施行する。

附 則

改正 令和2年2月26日

この改正規程は、平成27年4月1日から施行する。

附 則

改正 令和2年2月26日

この改正規程は、平成28年4月1日から施行する。

附 則

改正 令和2年2月26日

この改正規程は、平成29年4月1日から施行する。

附 則

改正 令和2年2月26日

この改正規程は、平成30年4月1日から施行する。

附 則（令和2年2月26日 第11回大学協議会）

この改正規程は、令和2年4月1日から施行する。

附 則（令和3年2月24日 第11回大学協議会）

この改正規程は、令和3年3月1日から施行する。

○岡山理科大学研究・社会連携機構総合機器センターにおける液体窒素供給に関する
申合せ

第1条(目的)

この申合せは、岡山理科大学の教育と研究に必要な液体窒素の円滑な供給について定めるものとする。

第2条(利用者)

1. 本学の教職員および学生であり、総合機器センター（以下、センターという。）が開催する液体窒素（他高圧ガス）取扱講習会を受講した者。
2. 総合機器センター長（以下、センター長という。）が認めた者。

第3条(小口利用)

1. 液体窒素を30リットル未満で利用する場合（以下、小口利用という。）は、小口利用者が、B7号館東隣の液体窒素供給所の100リットル容器から自らの責任で汲み出し、必要事項を備え付けの記録簿に記入すること。
2. 液体窒素供給所にて汲出しを行う場合は、必ず扉を全開にして2名以上で汲出しを行うこと。
3. 液体窒素（他高圧ガス）取扱講習会を受講後、初めて液体窒素供給所で汲出しを行う者は、センター職員や教員、以前に汲出し経験のある者のいずれか1名を必ず同伴の上で汲出しを行うこと。

第4条(大口利用)

1. 液体窒素を30リットル以上、利用する場合（以下、大口利用という。）は、供給希望日の5日前までにセンター担当職員に申込みこと。なお、取消は、遅くとも前日までにセンター担当職員に確実に連絡すること。
2. 容器への充填はセンター担当職員が行う。センター担当職員不在の場合は保安係員等（保安技術管理者、同代理者、保安係員及び同代理者）が行う。

第5条(利用時間)

1. 小口利用は、午前9時から午後5時までとする。
2. 大口利用者への供給は午前9時から午後4時までの間に行うこととする。
3. センター担当職員の勤務時間外および土・日・祝日の供給は行わない。
4. 長期休暇における大口利用は利用者が5日前までに休暇中の使用予定量をセンター職員に申し込み、休暇前に供給を行う。

第6条(供給不能時の措置)

1. 装置等の不備で供給に支障ある場合は、速やかにセンター担当職員より利用者に連絡する。

2. 他の理由により供給に支障のある場合、利用者の申出により100リットル容器で業者から購入を行うが、この場合の必要経費は利用者が負担するものとする。

第7条(供給価格の設定)

1. 利用者は液体窒素の使用量に応じて、別途定めた使用料を負担するものとする。なお、使用料は総合機器センター会議で審議し、研究・社会連携機構運営委員会で決定する。

2. 利用料金は毎月月末に集計し、定期的に利用者に請求する。

第8条(ユーザー責任者)

ユーザー責任者はセンター長が兼務し、事務手続きは総合機器センターが行う。

第9条(罰則)

この申合せに違反した利用者に対して、ユーザー責任者は違反の程度に応じて注意または、供給一時停止などの措置を講じることができる。

第10条(改廃)

この申合せの改廃は、研究・社会連携機構運営委員会の審議を経て学長が決定する。

附 則

この申合せは、平成29年10月3日から施行する。

○岡山理科大学における私立学校施設整備費補助金及び私立大学等研究設備整備費等補助金で購入する大型機器の選定に関する申合せ

改正 令和2年9月1日

令和3年1月12日

(目的)

第1条 この申合せは、岡山理科大学で行われる特色ある研究の活性化及び推進のため、私立学校施設整備費補助金及び私立大学等研究設備整備費等補助金（以下、「補助金」という。）で購入する大型機器の選定について定めるものとする。

(選定)

第2条 補助金で購入する大型機器の選定については、岡山理科大学研究・社会連携機構（以下、「研究・社会連携機構」という。）が、学内で購入希望機器の公募を行う。

2 購入希望機器の申請をした責任者は、研究・社会連携機構が開催する選定会議でプレゼンテーションを行う。

3 選定会議の構成員は、副学長、学部長、事務局長及び研究・社会連携機構長が指名した者とする。

4 研究・社会連携機構会議は、選定会議の結果を受け、順位を付して学長に報告する。

5 学長は、学長会議における審議を経て、購入する大型機器を決定する。

(事務)

第3条 補助金で購入する大型機器に関する事務は、研究・社会連携部が行う。

(改廃)

第4条 この申合せの改廃は、研究・社会連携機構会議の審議を経て学長が決定する。

附 則

この申合せは、平成28年12月16日から施行する。

附 則

この改正申合せは、平成29年4月1日から施行する。

附 則（令和2年9月1日 決裁）

この改正申合せは、令和2年9月1日から施行する。

附 則（令和3年1月12日 第36回学長会議）

この改正申合せは、令和3年2月1日から施行する。

岡山理科大学総合機器センターにおける機器の学内使用に関わる基準

(目的)

第1条 この基準は、岡山理科大学総合機器センター（以下、「センター」という。）規程第9条第1項に基づき、センターが管理する機器（以下、「管理機器」という。）を学内の研究者等（以下、「学内者」という。）が利用するにあたって必要な基準等を定めるものとする。

(機器の区分と修理負担)

第2条 管理機器は、保守条件により以下の区分に分類し、その区分ごとに修理費を定める。

- (1) 保守契約機器 年間保守契約に加入するため、契約内の修理費は発生しない。契約外の修理費の負担は第3条に従う。保守契約に加入することのできる期間は、原則、機器設置後20年間とする（機器の設置年度の数に20を足した数の年度まで保守契約加入可）。
- (2) オンコール機器A 年間保守契約に加入せず、修理はスポットで行う機器で、修理費の負担は第3条に従う。
- (3) オンコール機器B 年間保守契約に加入せず、修理はスポットで行う機器で、修理費は100%ユーザー負担。
- (4) 保守対象外機器 業者の修理サポートが終了している場合や1年以内に廃棄を予定している場合など。

(修理基準)

第3条 管理機器の修理の基準は以下の通りとする。

- (1) 修理費が25万円以内の場合は、当該年度のセンター運営費予算の修繕費（以下、「センター修繕予算」という。）に鑑み、全額をセンター負担とする。
- (2) 修理費が25万円を超え、センター修繕予算の4分の1以内の場合は、総合機器センター会議（以下、「センター会議」という。）で審議（メール審議含む）（以下、「審議」という。）し、了承を得た場合に限り、全額をセンター負担とする。
- (3) 修理費がセンター修繕予算の4分の1を超え、かつ、修理を当該年度の9月30日以前に希望する場合、センター会議で審議し、了承を得た場合に限り、センターは修繕予算の4分の1を上限として負担する。残額はユーザー負担とする。
- (4) 修理費がセンター修繕予算の4分の1を超え、かつ、10月1日以降に修理を希望する場合は、修理希望日時点で修繕予算残額を確認後、センター会議で審議し、センターとユーザーの負担額を決める。
- (5) オンコール機器AおよびBは故障時にのみ修理を行うものとし、定期点検や予防を目的とした点検・部品交換などは原則全額ユーザー負担とする。

(使用料)

第4条 学内者が管理機器を使用するにあたっては、第2条の区分ごとに定められた使用料を年額として支払う。

2 使用料を変更する場合は、事務局と協議の上、行うものとする。

(1) 保守契約機器

ア ユーザーグループから保守契約額の27%を使用料として徴収する。27%の内訳（負担教員、その金額）に関してはユーザーグループに一任する。

イ アに加えユーザーから、研究室単位で一律2千円を徴収する。

- (2) オンコール機器A
 - ア ユーザーから、研究室単位で一律2万円を徴収する。
- (3) オンコール機器B
 - ア 使用料は徴収しない。
- (4) 保守対象外機器
 - ア 使用料徴収しない。

(事務)

第5条 この基準の事務は、研究・社会連携部が担当する。

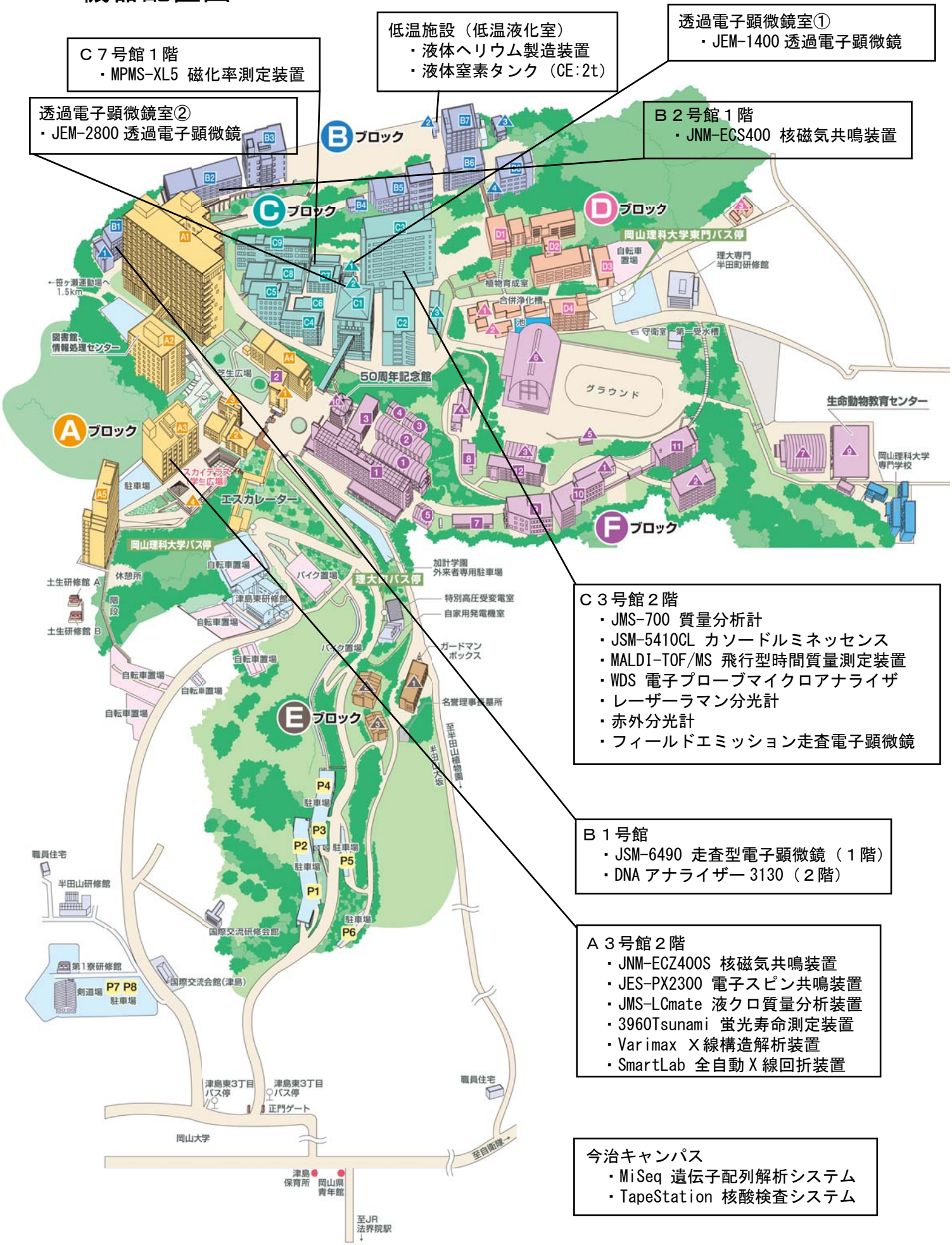
(改廃)

第6条 この基準の改廃は、総合機器センター会議及び研究・社会連携機構会議の審議を経て学長が決定する。

附 則 (令和3年6月30日 決裁)

この基準は、令和3年7月1日から施行する。

機器配置図



C 7号館 1階
・MPMS-XL5 磁化率測定装置

低温施設（低温液化室）
・液体ヘリウム製造装置
・液体窒素タンク（GE:2t）

透過電子顕微鏡室①
・JEM-1400 透過電子顕微鏡

透過電子顕微鏡室②
・JEM-2800 透過電子顕微鏡

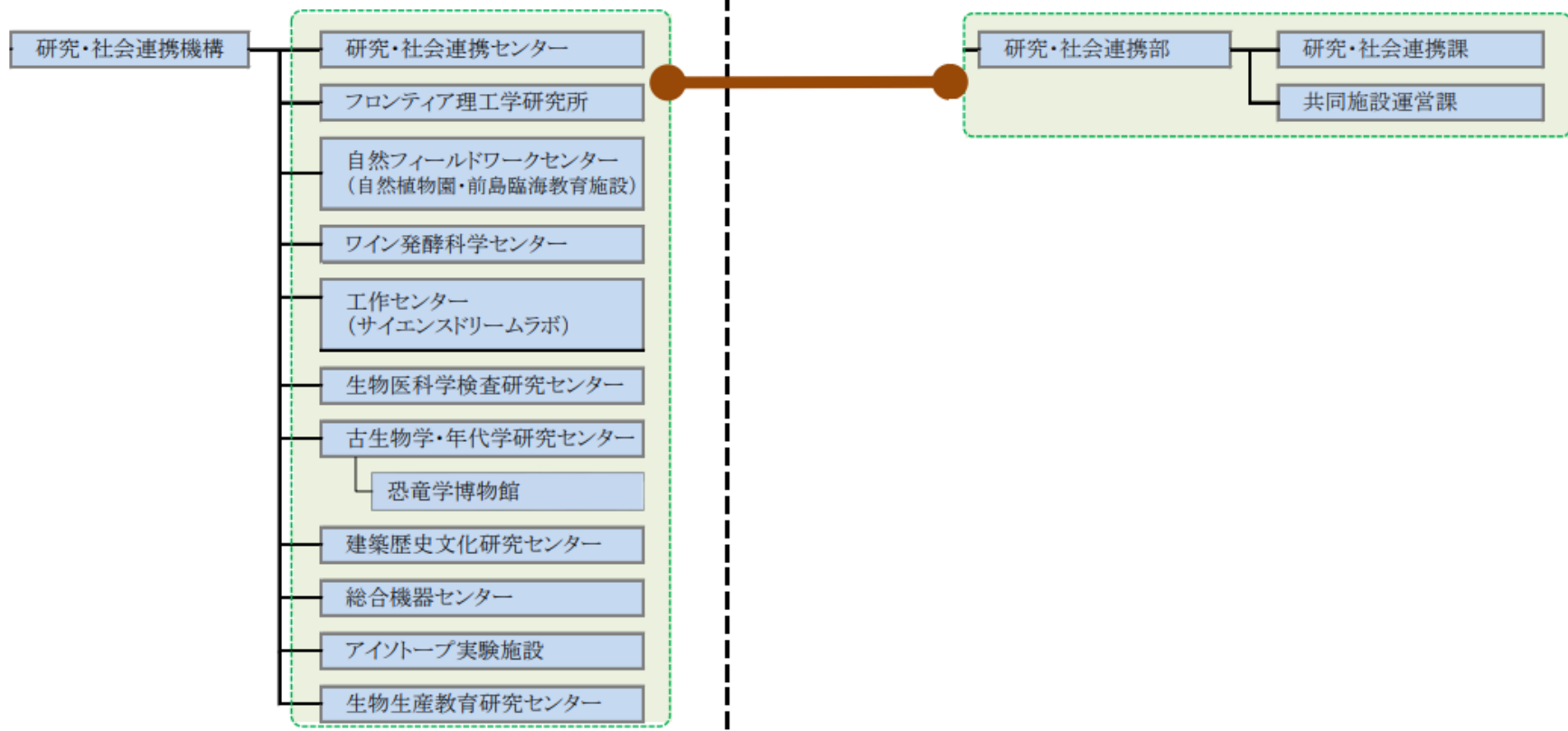
B 2号館 1階
・JNM-ECS400 核磁気共鳴装置

C 3号館 2階
・JMS-700 質量分析計
・JSM-5410CL カソードルミネッセンス
・MALDI-TOF/MS 飛行型時間質量測定装置
・WDS 電子プローブマイクロアナライザ
・レーザーラマン分光計
・赤外分光計
・フィールドエミッション走査電子顕微鏡

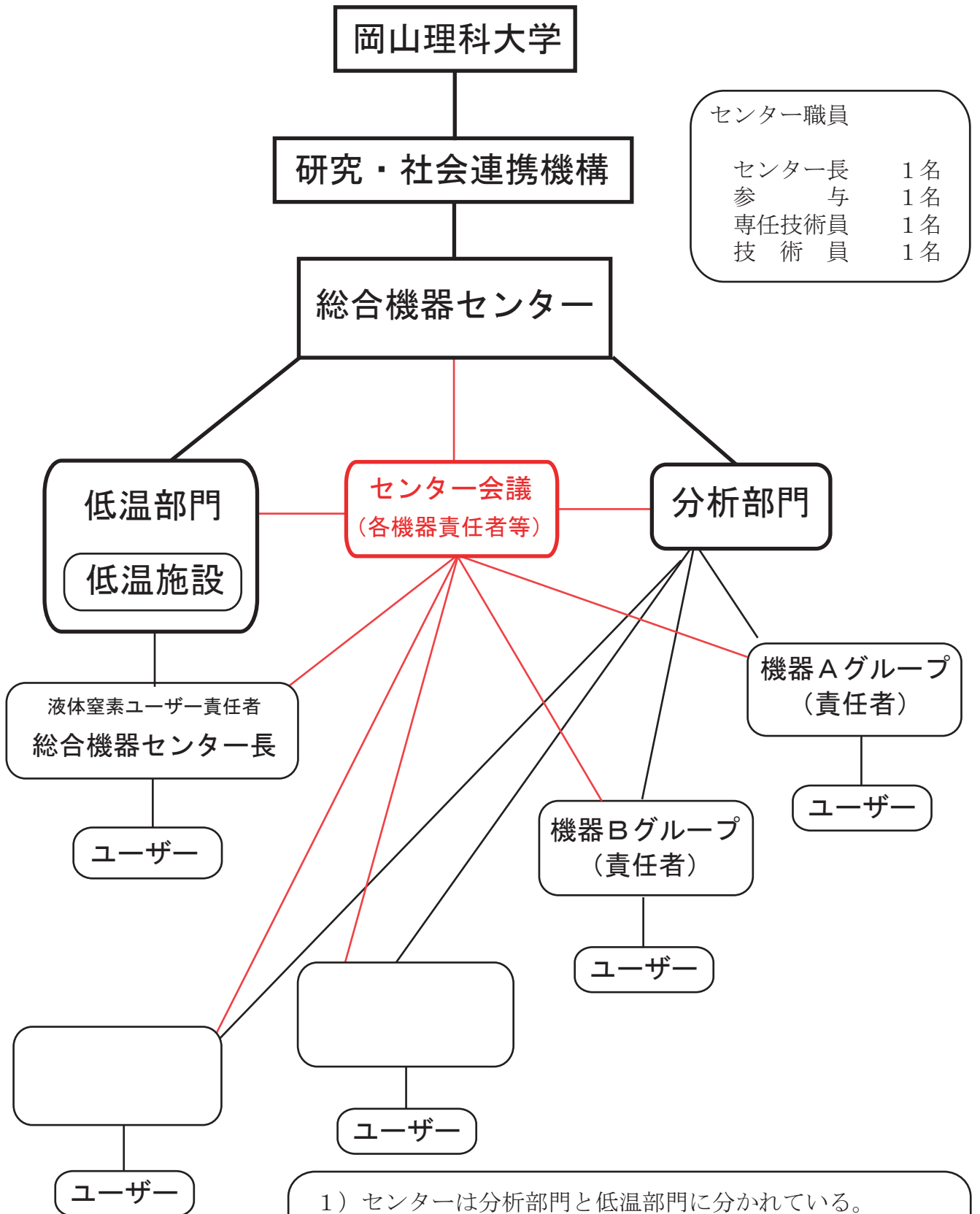
B 1号館
・JSM-6490 走査型電子顕微鏡（1階）
・DNA アナライザ 3130（2階）

A 3号館 2階
・JNM-ECZ400S 核磁気共鳴装置
・JES-PX2300 電子スピン共鳴装置
・JMS-LCmate 液クロ質量分析装置
・3960Tsunami 蛍光寿命測定装置
・Varimax X線構造解析装置
・SmartLab 全自動X線回折装置

今治キャンパス
・MiSeq 遺伝子配列解析システム
・TapeStation 核酸検査システム



組織図



センター職員	
センター長	1名
参与	1名
専任技術員	1名
技術員	1名

- 1) センターは分析部門と低温部門に分かれている。
- 2) 各機器は責任者（教員）を中心にユーザーグループが作られ、機器の取扱やルール、使用講習会等を「利用申し合わせ」にまとめ運用されている。
- 3) センターの方針や予算などは適時にセンター長、技術員、機器責任者等からなる「センター会議」が開催され決定される。

研究・社会連携機構 総合機器センターのご紹介

ENJOY SCIENCE!

さあ、キミの未来づくりをはじめよう。



岡山理科大学
OKAYAMA UNIVERSITY OF SCIENCE

1

コンセプト

・機器の性能維持・・・年間保守契約へ加入し、機器を最高の状態に維持する。

・学外オープン・・・地域への貢献。

・学生へオープン・・・教育活動への貢献。

・機器紹介・・・所有機器を学内外へ紹介。

・情報公開・・・「センターだより」を隔年で発行。
機器紹介、使用状況、研究成果を学内外へ公開。

・自主研究サポート・・・在学生よりセンターの機器を利用するテーマを募集。
採択された研究のサポート。

ENJOY SCIENCE!
さあ、キミの未来づくりをはじめよう。



2

業務

・機器の管理・・・トラブルへの対応。講習会やイベントのサポート。

- ・小型計測機器受入・・・学内の小型計測機器リユースを仲介。
情報を収集し、公開。(検索サイト運用)
- ・液体窒素供給・・・学内へ液体窒素を供給。高圧ガス保安教育の実施。

関係部署と連携して...

- ・機器選定・・・購入希望機器の公募。文科省への補助金申請の準備。



3

機器紹介

岡山キャンパス機器一覧		今治キャンパス機器一覧	
SmartLab	全自動多目的X線回折装置	TapeStation	核酸検査システム
iCAP-RQ / Analyte-G2	レーザーアブレーションICP質量分析装置	Miseq	遺伝子配列解析システム
JEM-2800	フィールドエミッション型透過電子顕微鏡		
JNM-ECZ400S	核磁気共鳴装置		
FV3000	共焦点レーザー顕微鏡		
JEM-1400	透過型電子顕微鏡		
SU8010	電界放射走査型電子顕微鏡		
JXA-8230	電子プローブマイクロアナライザ		
Autoflex speed	飛行時間測定型質量分析計		
JNM-ECS400	核磁気共鳴装置		
VariMax	エックス線構造解析装置		
* JES-PX2300	電子スピン共鳴装置		
* XL-5	磁化率測定装置		
* JSM-6490	走査型電子顕微鏡		
ALMEGA XR	顕微ラマン分光分析装置		
iS50 FT-IR	顕微赤外分光装置		
JMS-700	質量分析装置		
Tsunami	蛍光寿命測定装置		

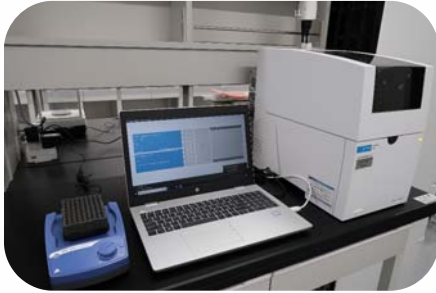
- ・2つのキャンパスに、20セットの機器を設置・管理。
- ・3セットの機器に関しては学外にオープンにしている。(* 印)



4

R2年度新設機器紹介

核酸検査システム



TapeStation

遺伝子配列解析システム



Miseq

両機器共に今治キャンパスへ設置



5

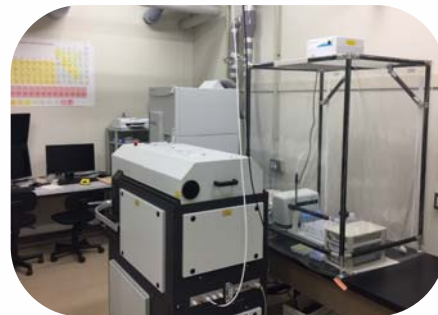
機器紹介

全自動多目的X線回折装置



SmartLab

レーザーアブレーション
ICP質量分析装置



iCAP-RQ / Analyte-G2



6

機器紹介

フィールドエミッション型
透過電子顕微鏡



JEM-2800

核磁気共鳴装置



JNM-ECZ400S



7

機器紹介

共焦点レーザー顕微鏡



FV-3000

電界放射走査型電子顕微鏡



SU8010



8

機器紹介

電子プローブマイクロアナライザ



JXA-8230

飛行時間測定型質量分析計



Autoflex speed



9

機器紹介

核磁気共鳴装置



JNM-ECS400

エックス線構造解析装置



VariMax



10

機器紹介

電子スピン共鳴装置



JES-PX2300

磁化率測定装置



XL-5

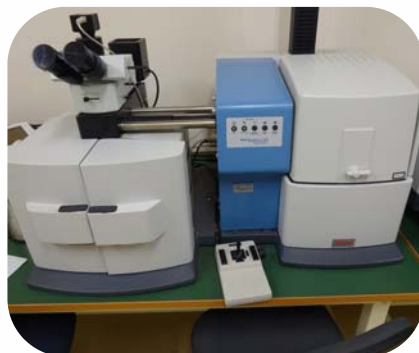
 **ENJOY SCIENCE!**
さあ、科学の未来づくりをはじめよう。

 山梨県立大学
YAMANASHI UNIVERSITY

11

機器紹介

顕微ラマン分光分析装置



ALMEGA XR

顕微赤外分光分析装置



iS50 FT-IR

 **ENJOY SCIENCE!**
さあ、科学の未来づくりをはじめよう。

 山梨県立大学
YAMANASHI UNIVERSITY

12

機器紹介

走査型電子顕微鏡



JSM-6490

お一人様での
見学も歓迎いたします。

「機器の詳細について」
「見学のお申込み」
「機器の使用について」 ...etc

ご質問やお問合せは、

岡山理科大学 総合機器センター
TEL (086)256-8473

HPでも情報を公開しています。
URL <https://www.ric.ous.ac.jp/>

 **ENJOY SCIENCE!**
さあ、科学の楽しさを味わおう。



「あなたの研究を心よりサポートする共同利用施設」

機器の詳細なご利用方法は下記ホームページをご覧ください。

総合機器センターHP (<https://www.ric.ous.ac.jp>)