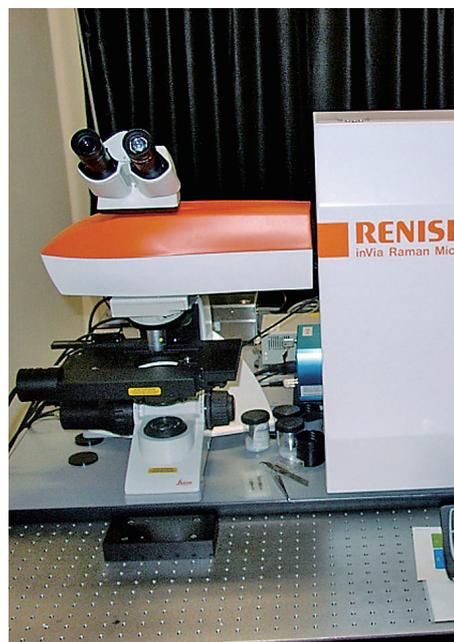


機器センターたより No.8

自然科学研究機構
分子科学研究所 機器センター



Molecule & Material Synthesis
<http://mms-platform.com/>

分子・物質合成プラットフォーム



【表紙の写真】

- 1 : 大学連携研究設備ネットワーク
- 2 : 核磁気共鳴(NMR)装置
- 3 : SQUID型磁化測定装置
- 4 : 電子顕微鏡
- 5 : 顕微ラマン分光装置
- 6 : 分子・物質合成プラットフォーム

機器センターたより No.8

分子科学研究所 機器センター

■目次

1. 巻頭言	1
2. 構成員	2
3. 所有設備一覧	4
4. 施設マップ	6
5. 事業紹介	
大学連携研究設備ネットワーク	8
ナノテクノロジープラットフォーム	10
6. センターの利用方法	
設備利用方法	12
大学連携研究設備ネットワーク利用方法	21
液体ヘリウム利用方法	24
液体窒素利用方法	26
小型貸出機器利用方法	28
サンプル準備室利用方法	30
施設利用者控室	31
7. 所有設備紹介	
電子スピン共鳴 (ESR) 装置	32
SQUID 型磁化測定装置	34
単結晶 X 線回折装置	36
粉末 X 線回折装置	38
X 線溶液散乱装置	39
電子分光装置	42
電子顕微鏡	46
熱分析装置	49
マトリックス支援レーザー脱離イオン化-飛行時間型質量分析計 (MALDI-TOF-MS)	51
有機微量元素分析装置	52
蛍光 X 線分析装置	53
核磁気共鳴 (NMR) 装置	54
ピコ秒レーザー	58
ナノ秒レーザー	60
蛍光分光光度計	62
円二色性分散計	64
可視紫外分光光度計	65
フーリエ変換赤外 (FTIR) 分光光度計	66
顕微ラマン分光装置	67

超伝導磁石付希釈冷凍機	68
低温冷媒の供給設備	69
8. 交流	
所外利用者アンケート報告	71
所内利用者アンケート報告	77
一般公開 2015	80
9. 研究紹介	
「銅水酸化物を舞台にした新規磁性物質の探索」	82
名古屋市立大学大学院 システム自然科学研究科 教授 藤田 渉	
「硫化銅ナノ粒子の近赤外局在表面プラズモンの三次光学非線形性」	87
名古屋工業大学大学院 物質工学専攻 准教授 濱中 泰	
「オキソ架橋ルテニウム二核錯体における異なる 3 つの酸化状態の構造ならびに電子状態」	91
生命・錯体分子科学研究領域 錯体物性研究部門 准教授 正岡 重行	
10. 共同利用採択課題一覧	
平成 27 年度分	95
11. 設備利用状況	
平成 27 年度分	101
12. 研究報告一覧	
平成 27 年度分	102
13. 編集後記	108

巻頭言

「機器センターたより」第8号をお届けします。本年4月よりセンター長を拝命いたしました。組織運営に携わることが初めてでもあり、またセンター業務が後述のように多岐に渡っておりますので、(執筆4月10日現在)自身の中ではまだまだ茫洋とした日々を過ごしておりますが、微力ながらも機器センターの発展ならびにコミュニティの拡大に尽力する所存ですので、今後ともご協力のほどよろしく願いいたします。

機器センターの目的は、「分子科学分野及び関連分野の研究に必要な汎用性の高い装置及び機器を集中的に管理するとともに、分子科学研究所内外の共同利用に供することを目的とする」とあります。この本務に加え、平成19年度から始まった全国の大学機器の相互利用を目的とする「大学連携研究設備ネットワーク」事業の幹事機関・事務局を務め、機器センターが実質的な運用を行っています。民間を含めた全国の研究者が広く利用できる全国共用ネットワークシステムの構築と整備を推進しております(詳しくは<http://chem-eqnet.ims.ac.jp>)。さらに平成24年度から始まった「文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム」事業において、分子研は分子・物質合成プラットフォームの代表機関と実施機関を務めており、平成27年度からは機器センターが統括して行っております(詳しくは<http://mms-platform.com>)。事業融合のおかげで、より多くの先端機器が利用可能となりました。前センター長(横山教授)には引き続き上記業務に関しての指揮をとっていただき機器センターと密な連携関係を築いていきます。まだ煩雑さが解消されていない点が見受けられますが、我が国における資産の有効活用と社会貢献を目的とした全国規模の共有設備運用システムとして機能します。ユーザー情

機器センター長 解良 聡

報と機器情報がシステム運用されることにより、効率的な広報を通じた潜在ユーザーの発掘が狙え、機器センターのみならず全国の共同利用機関各所において、今後ますますの利用拡大と大きな成果があがることを期待したいと思います。

今年度の機器センターの運用ですが、皆様からアンケートで貴重なご意見をいただいているように、老朽化した汎用機器の更新と既存機器の拡張が多数求められています。予算措置も厳しい状況ではありますが、技術職員の専門性を生かしつつセンターの機能を拡張できる方策を模索したいと思います。そんな中、昨年度発生した重篤な故障により透過型電子顕微鏡JEM-3100FEFは利用停止が決定されました。今後は新分野拡張や技術職員の増員も視野に入れつつ、迅速かつ戦略的に機能強化を目指して進めていきたいと思っております。また利用者の皆様におかれましては先のネットワーク情報をご活用いただき、他機関の共有設備の利用も積極的にご検討いただければと思っております。

機器センターの技術職員は主として汎用機器を扱うため、他部署に比べて開発要素が少ないのは否めません。また潤沢な資金も伴わない状況下では、前を見続けることが困難な状況に陥り、ともすると日々のルーチン作業に終始する事態に至りかねないことは想像に難くありません。今回このような職位について初めて考えさせられることがあり、私自身も日々勉強させていただいております。分子研設立時からの明確な「鼎」の理念を踏まえつつ、微力ながらも個々の職員が気持ちよく職務に専念できるよう様々な働きかけを行いたいと思っております。今後ともご指導ご鞭撻をよろしく願いいたします。

構成員

機器センター長（併任）

解良 聡	光分子科学研究領域 教授	明大寺	研究棟	216
------	--------------	-----	-----	-----

教授（併任）

横山 利彦	物質分子科学研究領域 教授	明大寺	研究棟	320
-------	---------------	-----	-----	-----

研究員

中尾 聡	SEM、FIB	山 手	4号館	SEM
------	---------	-----	-----	-----

マネージャー 大原 三佳	ナノテクノロジープラットフォーム、 大学連携研究設備ネットワーク	明大寺	研究棟	322
--------------	-------------------------------------	-----	-----	-----

コーディネーター 野田 一平	ナノテクノロジープラットフォーム	明大寺	研究棟	325
----------------	------------------	-----	-----	-----

技術職員

班長 高山 敬史	寒剤（明大寺地区）、希釈冷凍機	明大寺	極低温棟	103
----------	-----------------	-----	------	-----

主任 水川 哲徳	寒剤（山手地区）	山 手	4号館	204
----------	----------	-----	-----	-----

主任 岡野 芳則	微小結晶用 X 線回折装置、 大学連携研究設備ネットワーク	明大寺	南実験棟	111
----------	----------------------------------	-----	------	-----

主任 上田 正	レーザー、分光光度計等	明大寺	南実験棟	101
---------	-------------	-----	------	-----

主任 牧田 誠二	元素分析、質量分析、NMR 等	山 手	4号館	401
----------	-----------------	-----	-----	-----

主任 藤原 基靖	ESR、SQUID、X 線回折装置等	明大寺	南実験棟	101
----------	--------------------	-----	------	-----

技術支援員

伊木志成子	ESR、SQUID	明大寺	南実験棟	101
-------	-----------	-----	------	-----

長尾 春代	NMR、熱分析	山 手	4号館	401
-------	---------	-----	-----	-----

事務支援員

中川 信代	総務、施設利用対応等	明大寺	研究棟	312
太田 明代	大学連携研究設備ネットワーク	明大寺	研究棟	312
兵藤由美子	大学連携研究設備ネットワーク	明大寺	研究棟	312
横田 光代	ナノテクノロジープラットフォーム	明大寺	研究棟	312
船木 弓子	ナノテクノロジープラットフォーム	明大寺	研究棟	324
遠山 遊	ナノテクノロジープラットフォーム	明大寺	研究棟	324



所有設備一覧

所内 所内専用設備

分類名／型式	設置場所	担当者
① 電子スピン共鳴 (ESR) 装置		
Bruker EMX Plus	極低温棟 002	藤原・伊木
Bruker E500	極低温棟 001	藤原・伊木
Bruker E680	極低温棟 001	藤原・伊木
② SQUID 型磁化測定装置		
Quantum Design MPMS-7	極低温棟 006	藤原・伊木
Quantum Design MPMS-XL7	極低温棟 006	藤原・伊木
③ 単結晶 X 線回折装置		
Rigaku MERCURY CCD-1・R-AXIS IV	南実験棟 B04	藤原
Rigaku MERCURY CCD-2	南実験棟 B04	藤原
微小結晶 /Rigaku MERCURY CCD-3	南実験棟 B04	岡野
④ 粉末 X 線回折装置		
Rigaku RINT-UltimaIII	山手3号館1階X線回折測定室	藤原
⑤ X 線溶液散乱測定装置		
Rigaku NANO-Viewer	南実験棟 B14	秋山
⑥ 電子分光装置		
機能性材料バンド構造顕微分析システム	実験棟 216	山根
Omicron EA-125	実験棟 215	酒井
⑦ 電子顕微鏡		
電界放出型走査電子顕微鏡(SEM)/JEOL JSM-6700F(1)	山手4号館 103	中尾
低真空分析走査電子顕微鏡 (SEM) /Hitachi SU6600	実験棟 B09	中尾・酒井
集束イオンビーム加工機 (FIB) /JEOL JEM-9310FIB (P)	山手4号館 103	中尾
⑧ 熱分析装置		
MicroCal VP-DSC	山手4号館 101	牧田・長尾
MicroCal iTC ₂₀₀	山手4号館 101	牧田・長尾
TA Instruments TGA2950/SDT2960/DSC2920	極低温棟 010	藤原
⑨ マトリックス支援レーザー脱離イオン化 - 飛行時間型質量分析計 (MALDI-TOF-MS)		
Applied Biosystems Voyager DE-STR	山手4号館 403	牧田
⑩ 有機微量元素分析装置		
所内 J-SCIENCE LAB MICRO CORDER JM10	山手4号館 404	牧田
⑪ 蛍光 X 線分析装置		
JEOL JSX-3400RII	南実験棟 105	上田

⑫ 核磁気共鳴 (NMR) 装置

JEOL JNM-ECA920	山手 5 号館	牧田・長尾
Bruker AVANCE800	山手 4 号館 102	谷中
Bruker AVANCE600	実験棟 119	西村
JEOL JNM-ECA600	山手 5 号館 予備測定室	牧田・長尾
所内 JEOL JNM-ECS400	山手 4 号館 408	牧田・長尾

⑬ ピコ秒レーザー

Spectra-Physics, Quantronix Millennia-Tsunami, TITAN-TOPAS	実験棟 B08	上田
--	---------	----

⑭ ナノ秒レーザー

エキシマー励起色素レーザー/Coherent, Lambda Physik Compex Pro 110, LPD3002	レーザー棟 103	山中
Nd:YAG 励起 OPO レーザー /Spectra-Physics, Lambda Physik GCR-250, Scanmate OPPO	レーザー棟 102	山中
フッ素系エキシマーレーザー /Lambda Physik Compex 110F	レーザー棟 105	山中

⑮ 蛍光分光光度計

HORIBA SPEX Fluorolog 3-21	南実験棟 105	上田
----------------------------	----------	----

⑯ 円二色性分散計

JASCO J-720WI	山手 4 号館 101	牧田
---------------	-------------	----

⑰ 可視紫外分光光度計

Hitachi U-3500	南実験棟 105	上田
----------------	----------	----

⑱ フーリエ変換赤外 (FTIR) 分光光度計

Bruker IFS 66v/S	南実験棟 105	賣市
------------------	----------	----

⑲ 顕微ラマン分光装置

RENISHAW inVia Reflex	南実験棟 105	賣市
-----------------------	----------	----

⑳ 超伝導磁石付希釈冷凍機

所内 Oxford Kelvinox 400	極低温棟 004	高山
-------------------------------	----------	----

㉑ 低温冷媒の供給設備

所内 明大寺地区極低温施設

ヘリウム液化システム	極低温棟 104	高山
液体ヘリウム自動供給装置	極低温棟 105	高山
液体ヘリウム貯槽	極低温棟 105	高山
液体窒素自動供給装置	化学試料棟前渡り廊下	高山
ヘリウム回収ライン	各実験室	高山

所内 山手地区極低温施設

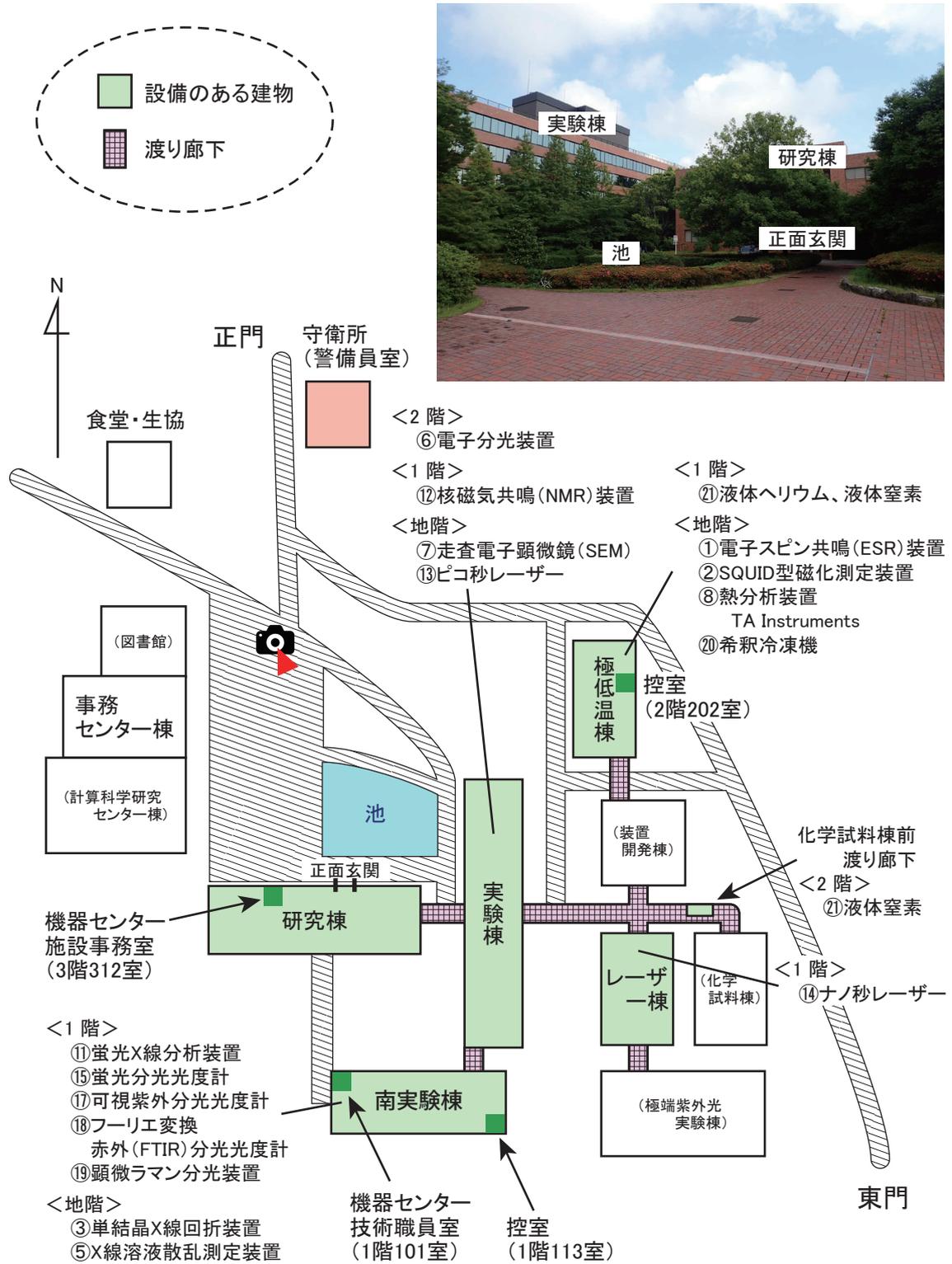
全自動ヘリウム液化機	山手 4 号館	水川
液体ヘリウム貯槽	山手 4 号館	水川
液体窒素貯槽	山手 4 号館	水川
液体窒素自動供給装置	山手 4 号館 209	水川
ヘリウム回収ライン	各実験室	水川

※設備のある場所については、次ページの施設マップをご参照ください。①～㉑が対応しています。

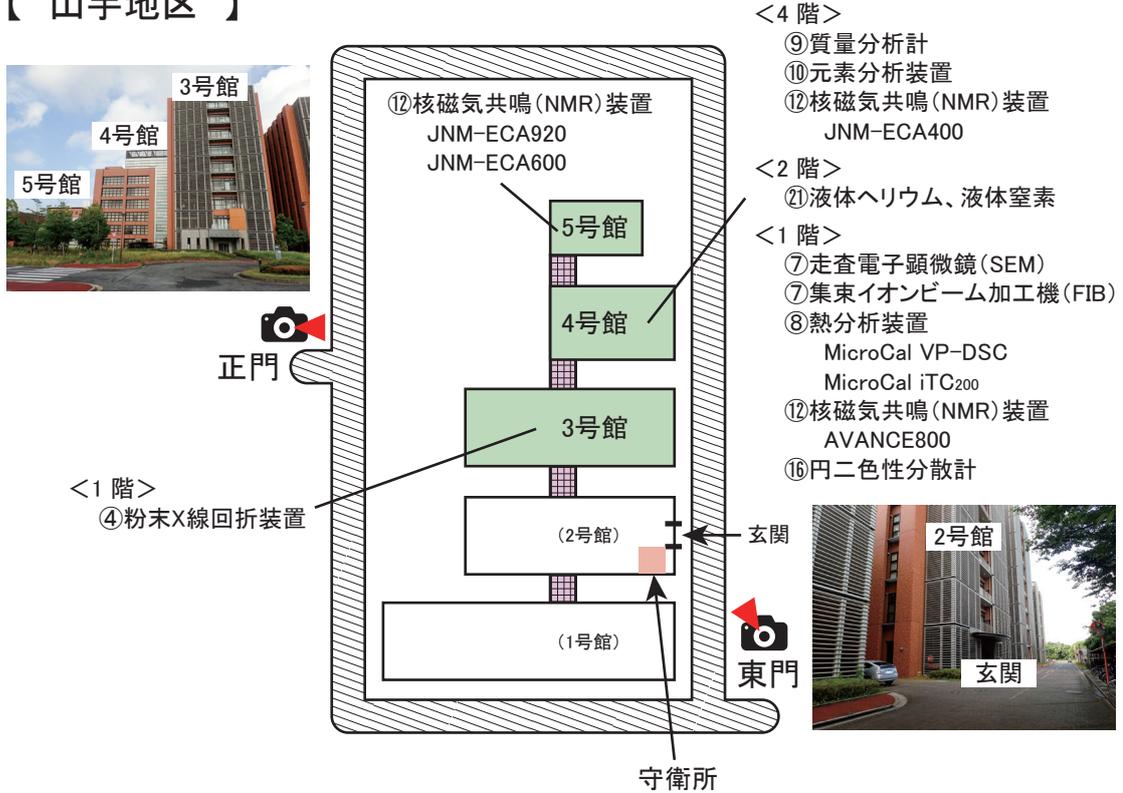
4. 施設マップ

施設マップ

【 明大寺地区 】



【 山手地区 】



【 明大寺－山手マップ 】



大学連携研究設備ネットワーク

1. 概要

大学連携研究設備ネットワークは、全国72の国立大学と分子科学研究所（以下、参画大学）の所有する研究設備を相互に利用することで設備の有効活用をはかり、同時に新たな共同研究を促すことを目的とした事業です。国立大学は12の地域に分けられ、拠点校に地域事務局が、分子科学研究所に全国事務局が設置されています。

前身は平成19年度から開始された「化学系研究設備有効活用ネットワーク」で、「他大学の設備を使いに行く」、「サンプルを送って測定してもらう」という利用形態に馴染みやすい化学系分野で各大学の教職員や機器分析センター等が中心となってスタートしました。その後、平成22年度より、

- 対象分野を化学系に限定しない
- 公私立大学・企業等からの利用も可能とする

などの変更を加え、「大学連携研究設備ネットワーク」（以下、「設備ネットワーク」）と改称して現在に至っています。



図1 大学連携研究設備ネットワーク

2. 予約・課金システム

インターネットを利用した予約・課金システムを構築されて、全国の参画大学から相互利用に供された設備が登録されています。このシステムの管理・運用は全国事務局が行っています。利用者はWebブラウザを使ってシステムにアクセスし、図2のフローに従って設備を利用することができます。

2. 1 利用者登録

研究室登録を申請すると、研究室責任者のアカウント（ID・パスワード）が発行されます。研究室責任者がシステムにログインし、所属メンバーを登録することで、各利用者のアカウントが発行され利用可能となります。

2. 2 利用形態

利用者自らが測定を行う「相互利用」、利用者の依頼により設備管理者が行う「依頼測定」の2つの利用形態があります。



図2 設備利用のフロー

2. 3 利用料金

設備ごとに料金体系が設定されています。参画大学間の利用料金は、四半期毎に大学単位で相殺処理が行われ、各大学が使用した料金（支払い）と提供した設備の料金（収入）の差額のみを地域事務局とやり取りします。その後の機関内の取扱い、および学内利用の利用料金の取扱いは、所属機関の担当部門にお問い合わせ下さい。

※ 公私立大・民間企業等の方

設備ネットワークへの改称後、参画大学以外の公私立大・民間企業等からの参加も可能となりました。これは予約・課金システムへの利用者登録を可能としたもので、既存の参画機関とは異なり、以下のような制限があります。

- 設備の提供・登録はできない
- 利用できない設備もある（参画機関の判断による）
- 利用料金の相殺処理は行われないので、直接機関間で処理を行う

利用希望される設備がある場合は、まず提供機関・設備管理者に直接お問い合わせ願います。なお大学・企業全体としての登録が難しい場合は、学部・研究所単位等でも受け付けておりますので、下記お問い合わせまでご連絡ください。

3. 登録設備

平成19年5月、登録機器119台で予約システムを稼働開始しましたが、平成28年6月現在、紹介のみの設備（下記参照）を含めると1500台以上が登録されています。

平成23年度より、文部科学省の設備サポートセンター事業が開始され、学内設備を全学的に利用できる体制を整えるにあたり、設備ネットワークの予約・課金システムを利用される例が多く、設備の登録台数も年々増加しています。また平成28年度より、全国の国立大学の協力のもと、紹介のみの設備が登録されました。これらは当システムでの運用はされないものの外部公開されている設備で、全国の研究者に広く紹介する目的で登録されたものです。設備ネットワークホームページの「設備一覧」ページからこれらの設備も検索でき、利用したい場合には記載の連絡先にお問い合わせ下さい。

化学系でスタートした為、登録設備は化学関係が多いですが、最近では生物、農学、医学等の分野からも登録があります。一度当ホームページをご覧いただければと思います。

4. お問い合わせ先

- ホームページ ⇒ <http://chem-eqnet.ims.ac.jp>
- 全国事務局 ⇒ 自然科学研究機構 分子科学研究所
大学連携研究設備ネットワーク全国事務局
〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中38
TEL：0564-55-7490 FAX：0564-55-7448
E-mail：eqnet-inq@ims.ac.jp

3. 利用形態

ユーザー自身が測定を行う「機器利用」、ユーザーから持ち込まれた試料を実施機関の技術支援者が測定する「技術代行」、実験から考察までの一連の支援を行う「共同研究」、研究のアドバイスをを行う「技術相談」を設けています。これまでの利用実績から、本プラットフォームの特徴として、「共同研究」での利用が多いことが挙げられます。これは、物質・材料の研究開発では、単なる設備の利用に留まらず、実施機関の教員や技術支援者とのデータ解析や議論といった連携・協力が必要不可欠であることを意味し、利用者からも継続的に利用されています。利用料金体系は、各機関で異なりますが、5000円/日（大学）、10000円/日（企業）程度の料金で機器利用が可能となっています（分子科学研究所は大学等の非営利団体の利用は無料）。また長期的な研究・開発に対して利用料金の負担が少なくなるように、期間を四半期や半年に定めた共同研究型の設定や、月間・年間利用向けの料金設定も用意している機関もあります。

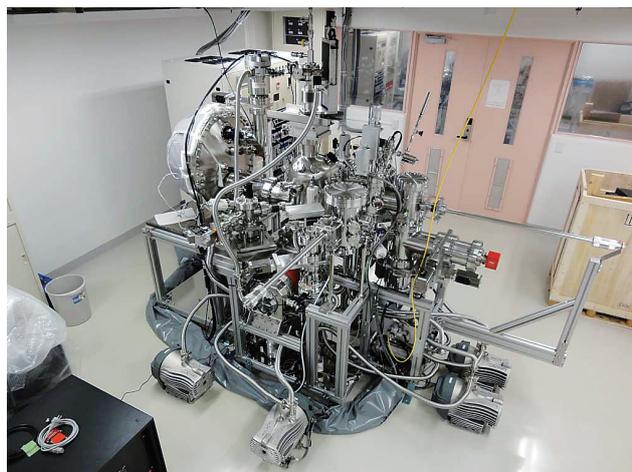


図2 機能性材料バンド構造顕微分析システム



図3 X線溶液散乱計測システム

4. お問い合わせ先

- ナノテクノロジープラットフォーム

ホームページ ⇒ <http://nanonet.mext.go.jp>

- 分子・物質合成プラットフォーム

ホームページ ⇒ <http://mms-platform.com>

- 分子科学研究所 分子・物質合成プラットフォーム

ホームページ ⇒ <http://nanoims.ims.ac.jp/ims/>

事務室

⇒ 自然科学研究機構 分子科学研究所
機器センター（ナノプラット）事務室

〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中38

担当：中川 信代

TEL：0564-55-7337 FAX：0564-55-7448

E-mail：nano-office@ims.ac.jp

設備利用方法

1. 概要

機器センターは、磁気・物性、化学分析、分子分光の研究に必要な種々の設備を保守・管理し、それら設備をナノテクノロジープラットフォーム事業を通じて提供しております（一部設備は除く）。所外利用者の方には、設備の使用料は原則無料で公開しており、規定の範囲内ですが旅費も支給させていただきます。また、共同利用研究者宿泊施設（有料）もご利用いただけます。

2. 申込資格・支援内容

以下に所属する研究者（ただし、大学院博士課程後期在学中の者を含む）が、当センターの設備を利用することができます。

- 国立・公立大学法人（高等専門学校を含む）
- 私立大学法人（）
- 国・公立研究所（独立行政法人を含む）等
- 所長が上記研究者と同等の研究能力を有すると認められた者
- 民間企業

設備の利用には、協力研究、施設利用、技術代行、技術相談の4種類があります。ただし、利用できる内容は設備によって異なります。

- 協力研究 データ解析や学術的な議論を含めた設備の利用を所内研究者と共同で行います。
- 施設利用 利用者が設備を自ら操作、データ解析や学術的議論は利用者が独自に行います。
- 技術代行 実験・測定を研究所スタッフに依頼して行います。
- 技術相談 研究所スタッフと実験・測定について検討します。

3. 初めて利用される方

当センターを初めて利用される方は、利用申請をする前に設備担当者宛に利用希望設備、実験内容、利用希望日等をお問い合わせください。

〈技術的な問い合わせ先〉

TEL：0564-55-7470 E-mail：ic-pub@ims.ac.jp

上記メールアドレスは、当センター設備担当者全員に送られます。お問い合わせ内容に応じて、設備担当者等から返信いたします。

4. 利用方法

所内の方のみの場合は、申請は必要ありません。利用については各設備担当者までお問い合わせください。所外利用者は**所外利用者の利用方法**を参照してください。

4. 1 所外利用者の利用方法（手順）

(1) 申請

各所属する団体（大学・官公庁もしくは民間企業）に対応した申請を行ってください。
申請期間は以下の通りです。

• 通常申請

利用期間	申込締切	採択通知メール	利用開始日
通年（4/1～翌3/31）	前年度12月	前年度3月下旬	「採択通知書」発行後
前期（4/1～9/30）			
後期（10/1～翌3/31）	当年度6月	9月下旬	

• 随時申請

半期利用（前期利用・後期利用）については、上表の通常申請とは別に、随時申請も受け付けます。ただし、この場合、採否通知メール送信は、前期利用：4月中旬以降、後期利用：10月中旬以降で、かつ申請から約2週間後となります。

(2) 採否の決定

採否通知は、登録メールへご連絡の上、採択通知書を郵送いたします。
※採否通知メールは審査結果の通知であり、「採択通知書」が発行されるまで利用はできません。

(3) 来所計画

各設備担当者と事前に十分打ち合わせて来所計画を作成し、機器センター（ナノプラット）事務室に連絡してください。

(4) 設備予約

各設備の予約方法に従ってください。詳細は各設備担当者までお問い合わせください。

(5) 宿泊予約

宿泊を伴う場合は、共同利用研究者宿泊施設を利用できます。宿泊施設の利用を希望される時は、ロッジ予約システム（<http://www.occ.orion.ac.jp/lodge/>）でご予約を行ってください。

(6) 事務手続き

大学・官公庁の方は、旅費を支給することができます。必要な手続きを行ってください。

(7) 来所

(8) 成果報告等の提出

年度末に、文部科学省提出の「利用報告書」と「業績リスト」を作成し提出してください。

6. センターの利用方法

4. 2 所外利用者（大学・官公庁）の利用方法（詳細）

(1) 申請

共同利用申請システム (<https://imsapply.ims.ac.jp/apply/>) よりアカウントを取得してください。設備によって申請メニューが異なります。設備に対応した申請メニューを選択してください。

申請メニュー

- 協力研究（ナノテクノロジープラットフォーム）
- 機器センター施設利用（ナノテクノロジープラットフォーム）

申請完了後、登録アドレスに「登録完了メール」が届きます。添付されている「共同利用研究申込承諾書」にご記入の上、送付願います。承諾書が届いて正式な申請となります。

放射線を発生する単結晶 X 線回折装置、粉末 X 線回折装置、X 線溶液散乱測定装置、蛍光 X 線分析装置を利用する方は、承諾書と併せて「放射線業務従事承諾書」を送付願います。

※半期毎（前期：4/1～9/30、後期：10/1～翌3/31）の申請は、随時申請としても受け付けておりますが、通年（4/1～翌3/31）の申請は、通常申請として前年度12月の締め切りとなります。

◀送付先▶ 自然科学研究機構 岡崎統合事務センター 国際研究協力課共同利用係
〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中38
TEL：0564-55-7133 E-mail：r7133@orion.ac.jp

The image shows a screenshot of the '共同利用申請システム' (Joint Utilization Application System) website. On the left, there is a box for 'アカウント作成' (Account Creation) with fields for 'ユーザ名' (Username) and 'パスワード' (Password), and a 'ログイン' (Login) button. Below it, there is a link for 'パスワードを忘れた方' (Forgot Password). In the center, there is a '申請メニュー' (Application Menu) section with two categories: '施設・事業別' (By Facility/Project) and 'カテゴリー別' (By Category). Under '施設・事業別', there are buttons for 'UVSOR', '機器センター' (highlighted with a blue box), '装置開発室', '計算科学研究センター', and 'ナノテクノロジープラットフォーム' (highlighted with a blue box). Under 'カテゴリー別', there are buttons for '協力研究' (highlighted with a blue box) and '施設利用' (highlighted with a blue box), and a link for '研究会（院生用、国際交流を含む）' (Research Association). On the right, there is a detailed view of the '申請メニュー' (Application Menu) for '2016年度 協力研究(ナノテクノロジープラットフォーム) 前期 随時申請' (2016 Fiscal Year Cooperation Research (Nano Technology Platform) First Term On-Demand Application). It contains detailed text about the application process, including a list of facilities and a dropdown menu for selecting a facility. Below this, there is another button for '2016年度 機器センター施設利用(ナノテクノロジープラットフォーム) 前期 随時申請' (2016 Fiscal Year Instrument Center Facility Utilization (Nano Technology Platform) First Term On-Demand Application). Blue arrows point from the highlighted buttons in the center to the detailed menu on the right. Text at the bottom says 'いずれかを選択' (Select one) and '各設備に対応する申請メニューを選択' (Select the application menu corresponding to each facility). The overall page title is '共同利用申請システム (Web申請)' (Joint Utilization Application System (Web Application)).

(2) 採否の決定

採否通知は、登録メールへご連絡の上、「採択通知書」を郵送いたします。

※採否通知メールは審査結果の通知であり、「採択通知書」が発行されるまで利用はできません。

(3) 来所計画

各設備担当者と事前に十分打ち合わせて来所計画を作成してください。

下記の来所計画を機器センター（ナノプラット）事務室までメールにてご連絡ください。

[課題番号]

[来所者名（ふりがな）]

[来所日程] 月 日 ～ 月 日（日間）

[旅費必要の有無] 有 無

[航空機利用の有無] 有 無

[宿泊状況] 三島ロッジ ホテル

※学部学生の来所は、指導教員の同行が必要です。

※大学院学生、および学部学生は、(財)日本国際教育支援協会「学生教育研究災害損害保険」および「学研災付帯賠償責任保険」または同等以上の保険への加入が必要となります。

※「放射線業務従事承認書」が未提出の方は、来所2週間前までに送付願います。

◀送付先▶ 自然科学研究機構 分子科学研究所 機器センター（ナノプラット）事務室
〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中 38
TEL：0564-55-7337 担当：中川信代 E-mail：nano-office@ims.ac.jp

(4) 設備の予約

各設備の予約方法に従ってください。詳細は各設備担当者までお問い合わせください。

※大学連携研究設備ネットワーク予約システム (<http://chem-eqnet.ims.ac.jp>) を利用する場合は、アカウントが必要となります（『大学連携研究設備ネットワーク利用方法』を参照）。

(5) 宿泊予約

宿泊を伴う場合は、共同利用研究者宿泊施設を利用できます。宿泊施設の利用を希望される時は、ロッジ予約システム (<http://www.occ.orion.ac.jp/lodge/>) でご予約を行ってください。周辺ホテルは、各自でご予約ください。

※利用登録の際、『関係研究室』は「機器センター施設利用（「施設利用申込書」申請者）」を選択してください。

※ロッジの鍵の受け取りは、宿泊初日の11:00～15:30です。到着が15:30以降または土日祝日になる場合は、事前に機器センター（ナノプラット）事務室へご相談ください。

※ロッジのチェックインは15:00、チェックアウトは9:30です。

6. センターの利用方法

(6) 事務手続き

採択された金額の範囲内において自然科学研究機構旅費支給規程により旅費を支給いたします。下記書類のうち、必要なものを機器センター（ナノプラット）事務室まで提出してください。事務処理円滑化のため、早期提出をお願いします。また、日程等変更が生じた場合は速やかにお知らせください。

旅費は来所後に支払い手続きを行い、登録いただいた銀行口座に振り込みいたします。口座登録の手続きは約1週間、振り込みまでの所要日数は手続き後、約1ヶ月かかります。

下記書類は、ホームページからダウンロードできます。

提出書類	提出が必要な方
銀行振込口座登録依頼書	旅費請求される方 (新規・変更があるごと、電子メールにて提出)
大学院生派遣依頼書	旅費請求される大学院生の方(2週間前までに提出)
学部学生派遣書	学部学生の方(来所ごと、2週間前までに提出)
航空機利用の領収書(原本)	航空機利用の方 ※航空機金額確認のため、領収書または領収金額を、事前にご連絡頂けます様、お願い致します。 ※お二人以上で購入した場合、購入内容のわかるものを添付して下さい。
搭乗券(往・復分半券)	
出張報告書	旅費請求される方全員 ※提出日の日付は、来所後の日付(平日)を記載してください。
宿泊証明書 以下のうち、いずれか1つ ①宿泊施設が発行する証明書 ②宿泊施設が発行する領収書 ③旅行代理店の領収書 ④クレジットカード利用控え (該当する出張で利用したことが確認できるもの) ⑤宿泊施設が発行する宿泊者カード ⑥宿泊施設が発行するカードキー ⑦宿泊者氏名・日程などの宿泊の内容が確認できるもの	宿泊を伴う方 ※ロッジにご宿泊の方は不要です。

<送付先> 自然科学研究機構 分子科学研究所 機器センター（ナノプラット）事務室
 〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中 38
 TEL：0564-55-7337 担当：中川信代 E-mail：nano-office@ims.ac.jp

(7) 来所

- 来所当日、守衛所で身分証明書を提示後、ネームプレートの交付を受け着用してください。
- ロッジを予約された方は、宿泊初日 11:00 ~ 15:30 までの間に、国際研究協力課共同利用係（事務センター棟 3 階）に来訪し、ロッジの鍵の受け取りと宿泊料金の支払いを済ませてください。ロッジチェックアウト後、鍵は返却ボックスへお返しください。
- 旅費申請に必要な書類の提出がある方は、機器センター（ナノプラット）事務室（研究棟 3 階 312 号室）までお越しください。
- 時間外（平日 8:30 ~ 17:30 以外）に山手地区を利用される方は、設備担当者または機器センター（ナノプラット）事務室に申し出てください。
- 利用終了後は、使用ノート等に必要事項を記入の上、必ず設備担当者に測定が終了した旨を報告してください。

(8) 成果報告等の提出

年度末に文部科学省提出の「利用報告書」と「業績リスト」を作成していただくこととなっております。年度末が近づきましたら、申請代表者の方へご連絡させていただきます。なお、協力研究で申請の場合は、所内担当教員へ確認の上、連絡いたします。

※成果公開を見合わせる必要がある場合は、成果公開を猶予することが可能です。事前に公開猶予とする理由を機器センター（ナノプラット）事務室へご連絡ください。なお、猶予期間は 2 年間です。猶予期間終了後には上記の書類を提出していただきます。

6. センターの利用方法

4. 3 所外利用者（民間企業）の利用方法（詳細）

(1) 申請

民間企業の方は、「機器センター装置利用申請書」を送付願います。各書類のダウンロードおよび利用手順は、ホームページ（http://nanoims.ims.ac.jp/ims/utilization_02.html）にてご確認ください。

申請には、成果公開型と成果非公開型の2種類があります。いずれも有償利用となります。設備使用料は、機器センター（ナノプラット）事務室までお問い合わせください。

- 成果公開型
（研究目的と実施計画を A4 縦 1 枚（2 ページ）を申請書に添付していただきます。）
- 成果非公開型

放射線を発生する単結晶 X 線回折装置、粉末 X 線回折装置、X 線溶液散乱測定装置、蛍光 X 線分析装置を利用する方は、「放射線業務従事承認書」を送付願います。

※半期毎（前期：4/1～9/30、後期：10/1～翌3/31）の申請は、随時申請としても受け付けておりますが、通年（4/1～翌3/31）の申請は、通常申請として前年度12月の締め切りとなります。
※採択後、実際に利用できるまで手続きに2ヶ月ほど要しますので予めご了承ください。

〈送付先〉 自然科学研究機構 分子科学研究所 機器センター（ナノプラット）事務室
〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中 38
TEL：0564-55-7337 担当：中川信代 E-mail：nano-office@ims.ac.jp

(2) 採否の決定

採否通知は、登録メールへご連絡の上、「採択通知書」を郵送いたします。

※採否通知メールは審査結果の通知であり、「採択通知書」が発行されるまで利用はできません。

(3) 来所計画

各設備担当者と事前に十分打ち合わせて「有償利用実施計画書」を作成してください。

<重要>有償利用について

設備使用料は前納した上でご利用をお願い致します。

来所日程と時間について各設備担当者と打合せの上、利用開始日の2カ月前までに、「有償利用実施計画書」と「略歴書」（来所者全員分）を、共同利用係までご提出ください。その後、弊所より請求書を郵送しますので、指定期日までに納付をお願い致します。なお、装置利用前の納入が難しい場合は後納も可能ですので、事前に共同利用係までご相談ください。

※有償利用実施計画書は利用の都度、ご提出ください。

※既納の使用料はやむを得ない事由に該当する場合を除き、返納致しかねますのでご注意ください。

※日時の変更に伴う、使用料の追加が発生した場合は、すみやかに共同利用係までご連絡をお願い致します。

※「放射線業務従事承認書」が未提出の方は、来所2週間前までに送付願います。

提出書類	提出が必要な方
有償利用実施計画書	利用の都度
略歴書	来所者全員（フォームはありません。個人ごとにお名前、経歴等をご記入ください。）

〈送付先〉 自然科学研究機構 岡崎統合事務センター 国際研究協力課共同利用係
〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中38
TEL：0564-55-7133 E-mail：r7133@orion.ac.jp

(4) 設備の予約

各設備の予約方法に従ってください。詳細は各設備担当者までお問い合わせください。

※大学連携研究設備ネットワーク予約システム (<http://chem-eqnet.ims.ac.jp>) を利用する場合は、アカウントが必要となります（『大学連携研究設備ネットワーク利用方法』を参照）。成果非公開型の場合は、機器センター（ナノプラット）事務室までお問い合わせください。

(5) 宿泊予約

宿泊を伴う場合は、共同利用研究者宿泊施設を利用できます。宿泊施設の利用を希望される時は、ロジ予約システム (<http://www.occ.orion.ac.jp/lodge/>) でご予約を行ってください。周辺ホテルは、各自でご予約ください。

※利用登録の際、『関係研究室』は「機器センター施設利用（「施設利用申込書」申請者）」を選択してください。

※ロジの鍵の受け取りは、宿泊初日の11:00～15:30です。到着が15:30以降または土日祝日になる場合は、事前に機器センター（ナノプラット）事務室へご相談ください。

※ロジのチェックインは15:00、チェックアウトは9:30です。

(6) 事務手続き

民間企業の方は、旅費の手続きはありません。

(7) 来所

- 来所当日、守衛所で身分証明書を提示後、ネームプレートの交付を受け着用してください。
- ロジを予約された方は、宿泊初日11:00～15:30までの間に、国際研究協力課共同利用係（事務センター棟3階）に来訪し、ロジの鍵の受け取りと宿泊料金の支払いを済ませてください。ロジチェックアウト後、鍵は返却ボックスへお返しください。

6. センターの利用方法

- 時間外（平日 8:30 ～ 17:30 以外）に山手地区を利用される方は、設備担当者または機器センター（ナノプラット）事務室に申し出てください。
- 利用終了後は、使用ノート等に必要事項を記入の上、必ず設備担当者に測定が終了した旨を報告してください。

(8) 成果報告等の提出

成果公開型の場合は、年度末に文部科学省提出の「利用報告書」と「業績リスト」を作成していただくこととなっております。年度末が近付きましたら、申請代表者の方へご連絡させていただきます。

※成果公開を見合わせる必要がある場合は、成果公開を猶予することが可能です。事前に公開猶予とする理由を機器センター（ナノプラット）事務室へご連絡ください。なお、猶予期間は2年間です。猶予期間終了後には上記の書類を提出していただきます。

5. お問い合わせ先

- 技術的なお問い合わせ ⇒ 自然科学研究機構 分子科学研究所
機器センター
TEL：0564-55-7470
E-mail：ic-pub@ims.ac.jp
- 申請・利用についてのお問い合わせ ⇒ 自然科学研究機構 分子科学研究所
機器センター（ナノプラット）事務室
〒444-8585 岡崎市明大寺町字西郷中 38
担当：中川 信代
TEL：0564-55-7337 FAX：0564-55-7448
E-mail：nano-office@ims.ac.jp
- 各種案内、書類ダウンロード ⇒ ナノテクノロジープラットフォーム
分子・物質合成プラットフォームホームページ
<http://nanoims.ims.ac.jp/ims/>

⇒ 機器センターホームページ
<http://ic.ims.ac.jp>

大学連携研究設備ネットワーク利用方法

1. 概要

機器センターの設備は、大学連携研究設備ネットワーク（以下、設備ネットワーク）に登録されており、予約も設備ネットワークの予約システムを通じて行っていただいております。ここでは、機器センターの設備利用を前提とした利用方法について説明します。（設備ネットワークの概要は、『事業紹介：大学連携研究設備ネットワーク』を参照。）

2. 利用方法

2. 1 ホームページ

設備ネットワークのホームページ（図1）は以下の通りです。ここから予約システムにログインします。

<http://chem-eqnet.ims.ac.jp/>

2. 2 アカウント

予約システムを利用するためにはアカウントが必要です。所属機関でアカウントを作成していただく場合や機器センターでアカウントを発行する場合などがございますので、アカウントをお持ちでない場合は問い

合わせフォーム（図2）よりお問い合わせ願います。

2. 3 利用の流れ

(1) 予約

※利用者自身のアカウントで予約を行ってください。ただし、施設利用の場合は申請代表者が予約を行ってください。協力研究の場合は受け入れ研究室側で対応をお願いします。（外部ユーザーを研究室メンバーとしてアカウントを発行するか、受け入れ研究室内の対応者が予約を入れる。）

- 予約システムにログインし、利用する設備を[利用予約]-[設備一覧]から検索し、設備名をクリック（図3）。
- 設備詳細画面の[相互利用予約]をクリック（図4）。
- 利用日時・予算区分（運営費交付金）を選択し、[予約確認]をクリック（図5）。続いて確認画面の[予約]をクリック。



図1 設備ネットワークホームページ



図2 お問い合わせフォーム

6. センターの利用方法

利用者用 ユーザー情報 **利用予約** 予約状況 課金状況

① 設備一覧 お気に入り よく使う設備

設備一覧

②

地域: その他 ▼
 機関・部局: 73分子科学研究所 (3台) [IC] 機器センター ▼
 カテゴリ: 単結晶X線回折装置(XRD) (3台) ▼
 フリーワード検索: ※全てを含む ○ いずれかを含む
 ※フリーワード検索は設備名、カテゴリ、仕様、備考より検索します。
 大文字と小文字は区別されませんが、全角と半角は区別されます。

③ 検索 クリア

リンクのみの設備 ● 非表示 ○ 表示

一覧 カレンダー

全3件 1件表示

設備名	カテゴリ	設備所属	設備管理者	相互利用	依頼測定
④ 単結晶X線回折装置 (Rigaku社製 MERCUY CCD-1・R-AXIS IV)	単結晶X線回折装置(XRD)	分子科学研究所 機器センター	藤原 基晴	○	×
単結晶X線回折装置 (Rigaku社製 MERCUY CCD-2)	単結晶X線回折装置(XRD)	分子科学研究所 機器センター	藤原 基晴	○	×

図3 設備検索

利用者用 ユーザー情報 利用予約 予約状況 課金状況

設備一覧 お気に入り よく使う設備

設備詳細

⑤ 相互利用予約 お気に入りに登録

設備情報

設備名	単結晶X線回折装置 (Rigaku社製 MERCUY CCD-1・R-AXIS IV)	カテゴリ	単結晶X線回折装置(XRD)
仕様	[X-ray] Mo(50 kV, 100 mA) [Detector] Mercury CCD, IP [Temperature] 100~400 K (CCD) [Software] Crystal Clear, Crystal Structure		
設備管理者 所属	藤原 基晴 (fujivara@ims.ac.jp) 分子科学研究所 機器センター		
設備ニュース	2014年2月19日 R-AXIS故障中		
利用受付	相互利用予約: ○		
簡易予約ページURL	https://chem-eonet.ims.ac.jp/system2/o/penroseInput.do?searchCondition=equipment&Encrypted=484e7d834c849849		

図4 設備詳細画面

①-2 予約空き状況を確認してください。

予約空き状況 (2016年6月30日 10時)

<前の日付10日 7 次の日付10日 >

月	6	7																		
日	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

日 30

時	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

凡例
 ○: 空き 予: 予約済み(本人) △: 予約済み[一部](他人) ×: 予約済み[空きなし](他人) ■: 利用時間外 -: マシントイム外 ■: 故障 M: メンテナンス (祝): 祝祭日・振替休日

①-3 予約内容を入力してください。

予約内容

⑥

利用開始	2016年 6月 30日 10時から
利用終了	2016年 6月 30日 17時まで
利用予算区分	運営費交付金(残0円) <input type="checkbox"/> 私費

⑦ 予約確認

図5 予約テーブル

(2) 予約の確認、修正、取消

[予約状況] で、予約状況の確認、(利用日時の変更等の) 予約修正、予約の取消が出来ます (図6)。予約の修正では図5のような画面で日時の再設定ができます。

「承認待ち」 : 設備管理者が予約を確認中です。

「予約中」 : 設備の利用が出来る状態です。

利用者用					
ユーザー情報 利用予約 予約状況 課金状況					
相互利用予約 依頼測定予約					
ID	設備 設備コード	設備所属	予約期間	状態	操作
共 591071	単結晶X線回折装置 (Risaku社製 MERCURY CCD-1・R-AXIS IV) S-OT-IMS-IC-4	分子科学研究所, 機器センター	2016/6/30 10:00～ 2016/6/30 17:00	承認待ち	修正 取消
共 591072	単結晶X線回折装置 (Risaku社製 MERCURY CCD-1・R-AXIS IV) S-OT-IMS-IC-4	分子科学研究所, 機器センター	2016/6/25 10:00～ 2016/6/25 15:00	予約中	修正 取消
共 591073	単結晶X線回折装置 (Risaku社製 MERCURY CCD-1・R-AXIS IV) S-OT-IMS-IC-4	分子科学研究所, 機器センター	2016/6/24 10:00～ 2016/6/24 15:00	完了	
共 591074	単結晶X線回折装置 (Risaku社製 MERCURY CCD-1・R-AXIS IV) S-OT-IMS-IC-4	分子科学研究所, 機器センター	2016/6/23 10:00～ 2016/6/23 15:00	キャンセル	

図6 予約状況

2. 4 参考

(1) ID・パスワードの変更

ID、パスワードは、ログイン後、[ユーザー情報]から、随時変更出来ます。

(2) ID・パスワードを忘れた方へ

ID・パスワードを忘れてしまった場合は、トップページログイン部分の直下にある「ID・パスワードを忘れた方」のリンクをクリックしてください (図7)。設定ページでメールアドレスと名前を入力するとシステムからメールが届きます。IDはメールに記載されています。パスワードは再設定ページのURLが記載されています。記載ページにてパスワードの再設定をしてください。



図7 トップページのログイン部分

※ 予約システムの操作の詳細はマニュアルをご覧ください。

(マニュアルURL : <http://chem-eqnet.ims.ac.jp/manuals/>)

液体ヘリウム利用方法

1. 概要

現在、明大寺地区および山手地区のヘリウム液化機は順調に稼働しています。液体ヘリウム供給方法については以下の通りご案内します。

従来の利用方法を踏襲して、予め液体ヘリウム充填済みのベッセルを何台か用意させて頂き、ベッセルの持ち出し及び返却で液体ヘリウムをご利用頂くシステムの変更はございません。ただし、研究室所有の専用容器への供給はセルフ方式となりますので、ご了承ください。

以下では、現在行われている利用方法を中心に記しておきます。その他、利用規程や液体ヘリウム取り扱い上の注意等につきましては、機器センターホームページ内の液体ヘリウム利用者のためのマニュアル (http://ic.ims.ac.jp/kiki/teion/He_user_manual2008.pdf) に詳しく書かれていますので、ご参照頂ければ幸いです。

山手地区での液体ヘリウムご利用方法については、以下の「山手地区液体ヘリウム利用方法」をご参照ください。

2. 液体ヘリウム利用の前に

- 液体ヘリウム使用者は、「液体ヘリウム利用者講習会」を受講し、液体ヘリウム利用者として登録すること。（必要があれば「液体ヘリウム利用者講習会」は随時行う）
- 実験室のヘリウム回収配管を利用する場合、早めに機器センターの寒剤担当者に連絡すること。

3. 明大寺地区液体ヘリウム利用方法

3. 1 設置場所

- 極低温棟1階105室

3. 2 ベッセル持ち出し手順

- (1) 所定の場所にあるベッセルを手前から順に持ち出す。
- (2) 備え付けの「ベッセル持ち出し・返却入力用パソコン」の画面の「持出」にタッチする。
- (3) スキャナーでユーザーコードを読み取り、次に容器コードを読み取り、「確認」にタッチする。
- (4) ベッセルを持ち出す。

3. 3 ベッセルの返却手順

- (1) ベッセルをロードセル中央に載せる。
- (2) パソコンの画面の「返却」にタッチし、スキャナーで容器コードを読み取り、「計量」にタッチする。
- (3) 表示内容を確認の上、「確認」にタッチして、ベッセルを返却場所に置き、回収配管につなぐ。
- (4) 返却完了。

ベッセルの持出・返却の際は、回収用のバルブ操作に十分注意してください。

4. 山手地区液体ヘリウム利用方法

4. 1 設置場所

- 山手4号館207号室

4. 2 ベッセル持ち出し手順

- (1) 所定の場所にあるベッセルを持ち出す。
- (2) 液体ヘリウム自動計量装置のコントローラー付属のスキヤナーでユーザーコード及び容器コードを読み取る。
- (3) ベッセルをロードセルに載せる。
- (4) 「持出」ボタンを押し、ベッセルを持ち出す。

4. 3 ベッセルの返却手順

- (1) ベッセルをロードセル中央に載せる。
- (2) スキヤナーで、ユーザーコード及び容器コードを読み取る。
- (3) 「返却」ランプが点滅するので、「現在量」の表示が安定したら「返却」ボタンを押し。
- (4) 容器を返却場所に置き、回収配管につなぐ。
- (5) 返却完了。

ベッセルの持出・返却の際は、回収用のバルブ操作に十分注意してください。

5. 異常時

異常時は、直ちに機器センター寒剤担当者(明大寺地区:内線:7471 または 4553、携帯:090-4082-6162、山手地区:内線:5516、携帯:090-9025-1928)に連絡すること。

6. その他

- 供給可能時間は、充填済みの持ち出すベッセルがある場合は終日可能である。
- 研究室で所有するベッセルも上記方法で利用可能である。
- 使用期間の長期化は、貸し出し容器の不足が発生し液体ヘリウムの供給に支障が出るため、容器はなるべく早めに返却すること。
- 液体ヘリウムは必ず5 ℓ 以上残した状態で返却すること。
- ヘリウムの回収ロスが直接供給価格に反映されるため、蒸発ガスの回収100%を心がけること。
- 回収ガスに、なるべく空気を混入させないように十分注意すること。
- ベッセルへの空気混入は絶対に避けること。
- 液体ヘリウム供給価格：平成27年度後期 1 ℓ 当たり188円。

液体窒素利用方法

1. 概要

液体窒素の汲み出しは、セルフサービス及び自動供給・自動計量です。液体窒素に関しては、大学で死亡事故もあり、ユーザーが液体窒素を安心して利用するためには、単に供給装置の利用講習だけでなく液体窒素自体の安全教育も重要です。

明大寺地区液体窒素利用者のためのマニュアルは、機器センターホームページ (http://ic.ims.ac.jp/kiki/teion/N2_user_manual2011.pdf) にあります。当マニュアルには、分子研における液体窒素汲み出しの手順だけでなく、液体窒素を取り扱う上での注意点や液体窒素容器の種類と使用方法についても詳細に書かれておりますので、是非ご参照ください。

なお、山手地区での汲み出し手順は明大寺地区と少し異なりますので、以下の「山手地区液体窒素汲み出し手順」の項をご覧ください。

以下では、要点を抜粋し、簡単に記しておきます。

2. 特に注意すべき点

- 凍傷を防ぐ：保護眼鏡、革手袋を使用すること。
- 酸欠を防ぐ：実験室内の換気に注意すること。
- 爆発を防ぐ：容器を密封しないこと。

3. 液体窒素容器について

- 容器には開放型と密封型があり、密封型を使用するときは取扱説明書をよく読んでおくことが必要である。
- 容器を購入する場合、あらかじめ供給が可能な容器かどうかを寒剤担当者に確認すること。
- 容器は登録しなければ使用できない。登録した容器には容器バーコード（ベッセルバーコード）が発行される。

4. 液体窒素汲み出しの前に

- 毎年年度初めに実施される「液体窒素利用者講習会」に参加申請し、受講する。この時受講できなかった人は後日、随時液体窒素利用者講習を実施するので寒剤担当者に連絡する。
- 受講修了者にはユーザーバーコードが発行される。

5. 明大寺地区液体窒素汲み出し手順

5. 1 汲み出し場所

- 化学試料棟2階入り口の渡り廊下
- 極低温棟105室（大型容器充填専用）
- UVSOR棟地階（UVSOR利用者専用）

5. 2 手順

- (1) 容器をロードセルに載せフレキシブルチューブを挿入する。（革手袋着用のこと）
- (2) ベッセルバーコードとユーザーバーコードをバーコードリーダーで読み取る。
- (3) 操作画面上の「READY」にタッチすると充填が開始する。満量充填でも必要量充填でも可能。
- (4) 充填終了時、電子ブザーが鳴る。
- (5) 容器をロードセルから降ろすと電子ブザーが止まる。

5. 3 注意

異常時は緊急閉止弁を閉め、直ちに緊急時連絡先（内線：7471または4553、携帯：090-4082-6162）に連絡すること。

5. 4 その他

- 汲み出しの時間は、原則平日午前9時～午後5時までである。
- 無登録の所外研究者（液体窒素利用者講習会未受講者）が液体窒素の汲み出しを行う場合は、「液体窒素利用者講習会」受講修了者立ち会いのもとで行うこと。
- エレベーターに人と液体窒素容器とを同乗させてはいけない。
- 液体窒素供給価格：平成27年度後期 1 ℓ 当たり64円（明大寺地区）。

6. 山手地区液体窒素汲み出し手順

6. 1 汲み出し場所

- 山手4号館2階液体窒素供給室

6. 2 手順

- (1) 容器をロードセルに載せフレキシブルチューブを挿入する。（革手袋着用のこと）
- (2) 容器バーコードとユーザーバーコードをコントローラー付属のバーコードリーダーで読み取る。
- (3) コントローラーの「開始」ボタンが点滅する。
- (4) 「開始」ボタンを押すと充填が開始する。
- (5) 充填途中で止めたいときは「停止」ボタンを押す。
- (6) 充填終了時、電子ブザーが鳴る。
- (7) 容器をロードセルから降ろすと電子ブザーが止まる。

6. 3 注意

異常時は直ちに緊急時連絡先（内線：5516、携帯：090-9025-1928）に連絡すること。

6. 4 その他

- 汲み出しの時間は、原則午前7時～午後7時までである。
- 「液体窒素取り扱い講習」を受けていない人は、汲み出すことはできない。
- エレベーターに人と液体窒素容器とを同乗させてはいけない。
- 液体窒素供給価格：平成27年度後期 1 ℓ 当たり85円（山手地区）。

小型貸出機器利用方法

1. 概要

小型貸出機器として、各種実験に利用できる汎用性の高いものを保有しています。共同利用機関であり流動性も高い分子科学研究所においては、一時的に使用できる機器を備えておくことは、無駄な投資を防ぐ意味でも有用であるといえます。例えば、共通性の高い機器として、電源・ボックスカー・発振器・エレクトロメーターなどがあり、また光スペクトラムアナライザー・オシロスコープなどの高価なものも備えています。現在は88台を保有しておりますが、その約80%は貸出されている状況です。所内の方のみの貸出とさせて頂いておりますが、所外の方でも施設利用や協力研究等の実験の際に、所内の方を通じて利用して頂くことは可能です。

保管場所は、H24年度より「南実験棟 地下1階B10」になりました。

2. 利用方法

利用の手続きについては、小型貸出機器専用の利用・予約システム

<http://haruka.ims.ac.jp/kogata/yoyaku/kogatayoyaku.htm> から、クリック操作で簡単に行えるようになっていきます

(図1参照)。画面の内容に従って進んで頂ければ、機器の予約や利用の手続き、検索閲覧ができます。既に利用、あるいは予約されている機器の場合であっても、同様に手続きをして頂ければ、利用して頂けるよう当センターで出来る限り日程調整をさせて頂きます。貸出期間については、原則2週間とさせて頂いておりますので、返却予定日を設定される方は利用開始日から2週間以内の日を入力してください。返却予定日が決まっていない場合は、「継続使用を希望」と設定して頂ければ新たな予約が入るまで継続してご利用頂けます。但し、利用期間が2週間以上経過している場合に、新たな予約が入った時点で、出来る限り速やかに返却して頂くようお願いしております。返却の際も、同ページから返却手続きを行うことができます。また、本予約シ

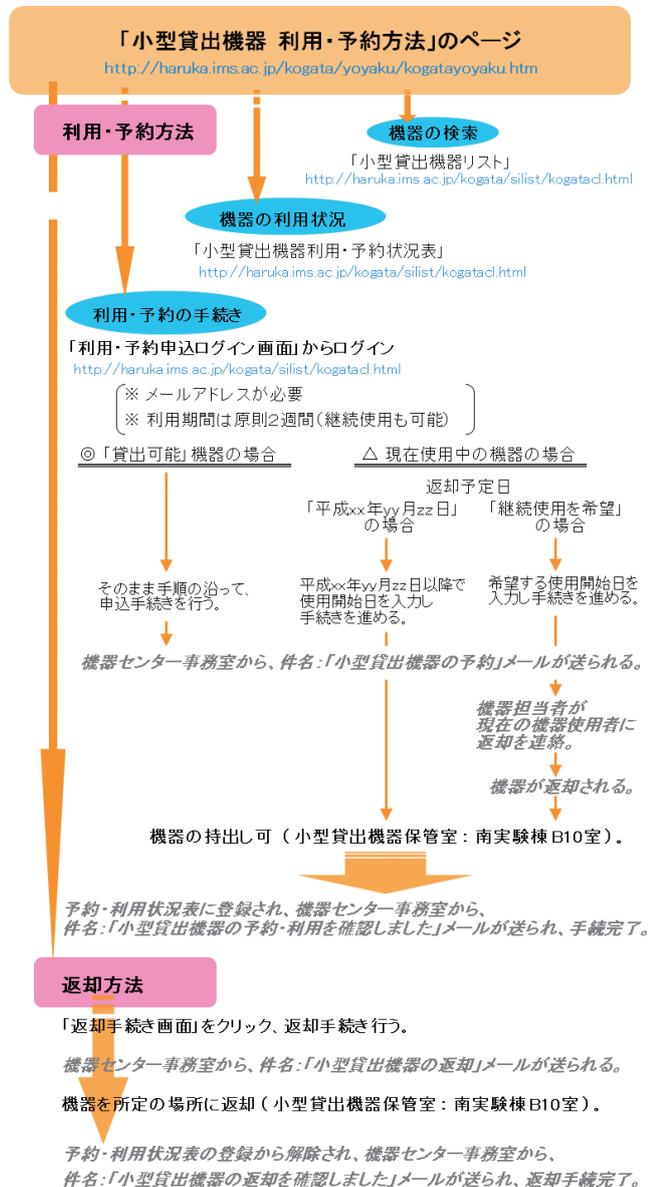


図1 利用・予約・返却方法の手順

テムをご利用頂くほかに、お電話やメール、或いは直接声を掛けてご連絡頂いても構いません。なお、利用の際の機器の持ち出し、及び返却は、利用者ご自身でお願いします。参考までに、小型貸出機器のリスト（機器名別）を表1に示します。詳細は、<http://haruka.ims.ac.jp/kogata/silist/kogatacl.html> をご参照ください。

お気軽に、ご利用ください。

表1 小型貸出機器(88台) 機器名別リスト

機器名	台数	機器名	台数
ロックイン増幅器	5	標準ハロゲンランプ	1
ボックスカー積分器	22	波長較正用水銀ランプ	1
広帯域前置増幅器	4	デジタルフォトメーター	1
高速電流増幅器	1	パルスウェーブメーター	1
ユニバーサルカウンター	1	光スペクトラムアナライザー	1
関数信号発信器	1	デジタルオシロスコープ	4
ファンクションジェネレーター	1	オシロスコープ用高圧プローブ	1
ファンクションシンセサイザー	1	直流定電圧／定電流電源	5
Synthesized Sweeper	1	2出力直流定電圧電源	1
任意波形発生器	1	直流安定化電源	1
デジタルディレイジェネレーター	6	高圧安定化電源	10
デジタルマルチメーター	4	X-Y-t 記録計	2
デジタルボルトメーター	1	データロガー	1
シングルモノクロメーター	1	時間軸較正器	1
水銀ランプ	1	C.F. ディスクリミネーター	1
キセノンランプ	1	フラックスゲート型磁力計	1
重水素ランプ	1	ライトチョッパー	1
分光光度計波長較正用ランプセット	1		

サンプル準備室利用方法

1. 概要

機器センター設備の利用時、測定可能な状態での試料持ち込みを推奨しますが、来所後に試料調整や準備が必要な場合、サンプル準備室（明大寺地区・極低温棟201号室）をご利用いただけます。

2. 利用方法

- 利用の都度、ノートに記入をお願いします。
- 予約制ではありませんが、利用予約が必要な場合は、担当者までご連絡ください。
- 長時間場所を離れる場合や、危険物等がある場合は、付箋等で分かるようにしてください。
- 整理整頓を心がけてください。
- 廃液処理は各自で行ってください。

2. 1 設置設備

- 真空ライン(自作、[真空度](RP)~3 Pa、(DP)~ 10^{-4} Pa、[接続]TS15/25、 $\phi 6$ mm管)
- 真空型グローブボックス (UNICO・UN-12L、自動内圧調整器・酸素濃度計・露点計付き)
寸法 (mm) : メインボックス1200×650×600、パスボックス250×250×350
立ち上げ時 (一般窒素) : 酸素濃度1ppm以下、露点-30℃
※グローブボックス内に天秤等を設置希望の場合は、事前にご連絡ください。
- 上皿天秤 (島津・UW620H)
- 分析天秤 (メトラートレド・XS205DU) (※新規)
- 実体顕微鏡 (ニコン・SMZ745T) (※新規)
- 超音波洗浄機 (アズワンUS-1R)
- 定温恒温乾燥機 (EYELA・NDO-400)
- ドラフトチャンバー (Yamato・KFC2180)



真空ライン



真空型グローブボックス

施設利用者控室

1. 概要

明大寺地区における機器センターの設備は、極低温棟と南実験棟にほぼ集約されています。

施設利用者控室を、極低温棟2階202号室、および南実験棟1階113室に設けております。会議机やホワイトボード、個人用机も用意しておりますので、打ち合わせや測定の合間の休息にご利用ください。また共用パソコンもご利用いただけます。なおパソコン持込みの場合、ネットワーク接続に必要なアカウントも発行可能です。ネットワーク利用上の注意に従ってご利用ください。

当センターの施設利用者の方であれば、どなたでもご利用いただけますが、利用の際は、設備担当者、あるいは機器センター事務室（研究棟3階312号室）まで声をかけてください。

お気軽に、ご利用くださいませ。

極低温棟 2階 202 室



南実験棟 1階 113 室



電子スピン共鳴(ESR)装置

概要

電子スピン共鳴 (ESR) 装置は、不対電子 (電子スピン) をプローブとした分光装置である。静磁場中に置かれた電子スピンのエネルギー準位は分裂し、一定のマイクロ波を加えながら静磁場を掃引すると、このエネルギー差に相当する磁場で共鳴が起こる。この共鳴磁場や吸収強度などの観測から、電子スピンを持つ原子や分子の量、構造、電子状態などに関する情報が得られる。ESR 装置は、有機ラジカルや遷移金属などを含む物質の物性研究の他にも、放射線や酸化などにより不対電子が生じた岩石や食品の評価、触媒や重合反応などのプロセス追跡にも利用される。

設備紹介 (EMX Plus、E500)

担当) 藤原 基靖・伊木志成子



メーカー：Bruker
 型式：EMX Plus
 導入年度：平成 17 年度
 (主な仕様)

周波数	X-band (～ 9.4 GHz)
マグネット	-5 mT ～ 1.45 T
共振器	高感度 (Q ～ 9000) デュアルモード 光透過
温度可変	(ESR900) 3.8 ～ 300 K (ER4131VT) 100 ～ 300 K[LN ₂] RT ～ 500 K[Air]
オプション	テスラメーター ゴニオメーター 光照射



メーカー：Bruker
 型式：E500
 導入年度：平成 10 年度
 (主な仕様)

周波数	X-band (～ 9.4 GHz)
共振器	二重矩形、光透過、ENDOR
温度可変	(ESR900) 3.8 ～ 300 K (ESR910) 1.5 ～ 300 K (ER4131VT) 100 ～ 300 K[LN ₂]
周波数	Q-band (～ 34 GHz)
温度可変	4 ～ 300 K (CF935)
(共通部)	
マグネット	-5 mT ～ 1.45 T
オプション	テスラメーター ゴニオメーター、光照射

特徴

- EMXでは、磁場・シグナル強度ともに24bit対応で高解像度測定が可能。
- E500では、CW-ENDOR測定 (LHeおよびLN₂) が可能。またX-bandに加えQ-bandでの高分解能測定も可能。
- X-bandでは、高感度、デュアルモード (許容・禁制遷移の観測)、二重矩形 (定量・g値校正)、光透過の各種共振器を、測定に応じて選択でき、温度可変測定にも対応。

測定方法

- 粉末、液体の場合は、石英管 (X-band : 外径φ4 mm、長さ250 mm、Q-band : 外径φ2 mm、長さ100 mm) に試料を封入。
- 単結晶の場合は、少量のアピエゾンNグリースで石英棒に固定。

備考

毎月マシンタイム調整にて、翌月の予約を決定している。当月1日より、空いているマシンタイムは随時予約解禁。

設備紹介 (E680)

担当 藤原 基靖・伊木志成子



メーカー：Bruker

型 式：E680

導入年度：平成 10 年度

(主な仕様)

周波数	W-band (~ 94 GHz) [cw、pluse]
温度可変	3.8 ~ 300 K
マグネット	超伝導マグネット (6 T スプリット型) 掃引コイル (700 mT)
周波数	X-band (~ 9.4 GHz) [cw、pluse] Q-band (~ 34 GHz) [pluse]
温度可変	4 ~ 300 K (CF935)

マグネット	-5 mT ~ 1.45 T
オプション	ゴニオメーター テスラメーター ENDOR 用 RF アンプ ナノ秒波長可変レーザー

特徴

X-, W-band の cw 測定の外、X-, Q-, W-band のパルス測定が可能。時間平均を観測している cw 測定に対して、パルス測定ではスピンドイナミクスを直接観測できる。ENDOR 測定 (X-, Q-band) や ELDOR 測定 (Q-band) にも対応しており、核スピンや電子スピンの緩和時間などのダイナミクスの直接測定や、電子スピン間の相互作用の強さから距離情報も得られる。またナノ秒波長可変レーザーの導入により時間分解測定 (X-band) も可能。

測定方法

W-band では、石英管 (外径 φ0.9 mm) に試料を封入。

備考

利用は、「高周波・高磁場およびパルス ESR の使用経験があること」が条件。

SQUID型磁化測定装置

概要

磁場または温度を変えながら磁化測定を行い、物質の磁気特性を調べる装置である。微少な磁化変化を検出できるようSQUID（超伝導量子干渉素子）を用いている。有機磁性体の研究、超伝導体の新素材研究や記録媒体の評価など、磁気物性や材料工学などの広い研究分野で利用されている。

設備紹介（MPMS-7、MPMS-XL7）

担当）藤原 基靖・伊木志成子



メーカー：Quantum Design

型式：MPMS-7

導入年度：平成7年度

(主な仕様)

温度範囲	1.9 ~ 400 K 300~800 K(オープン使用時)
超伝導磁石	7 T (液体窒素ジャケット付)
トランスポート	スタンダード、RSO
オプション	サンプルスペースオープン マグネットリセット 垂直・水平サンプルローテータ トランスバース検出

(MPMS-7、-XL7共用オプション)

共用オプション	光照射用ロッド 圧力セル用ロッド
---------	---------------------

メーカー：Quantum Design

型式：MPMS-XL7

導入年度：平成14年度

(主な仕様)

温度範囲	1.9 ~ 400 K
超伝導磁石	7 T
トランスポート	スタンダード
オプション	AC測定 (周波数：0.1 Hz ~ 1 kHz) (交流磁場：~6 G) 超低磁場 マグネットリセット 電気抵抗測定用ロッド 外部機器制御ソフト (EDC)

特徴

- 測定はシーケンス（測定プログラム）に従って自動的に行われる。
- 4.2 K 以下において時間制限なく温度保持でき、4.2 K を挟んで滑らかな温度変化が可能。
- 光照射や圧力下における磁化測定が可能。
- MPMS-7 では、オープン使用時、800K までの高温測定が可能。トランスバース検出システムにより、横磁化（磁場と直交した磁化）の測定が可能。
- MPMS-XL7 では、AC 測定により、緩和時間等・スピンのダイナミクスを調べることが可能。また超低磁場オプションおよびマグネットリセットにより、サンプル中心における残留磁場を 50 mG 以下に抑えた低残留磁場中での測定が可能。（図 1、2 参照）
EDC により、電流源とナノボルトメーターを用いた電気抵抗測定など、外部機器の制御・データ取込が可能。

測定

- ストロウ（外径 $\phi 6\text{mm}$ ）の中央にサンプルを固定。サンプル形状等により、カプセルやラップ、アルミホイルなどを利用。上記以外に必要なものは、各自で用意すること。オープン利用時は、ガラス管（外径 $\phi 3\text{mm}$ 以下）にサンプルを固定し、銅線でロッドに吊す。
- サンプル交換は、300 K で行うこと。
- 終了時に LHe トランスファーを行い、満タンにすること。（MPMS-7 の週末利用者は、LN₂ トランスファーも行うこと。）
- He レベルは、超伝導磁石を冷却するために 40% 以上に保持する必要がある。特に高磁場をかける場合は、He レベルに注意すること。

He Level	使用可能な最大磁場
50 ~ 100 %	7 T
40 ~ 50 %	1 T
40 % 以下	実験不可

備考

- マシントイムの切り替えは、午前 10 時。
- 毎月マシントイム調整にて、翌月の予約を決定している。当月 1 日より、空いているマシントイムは随時予約解禁。

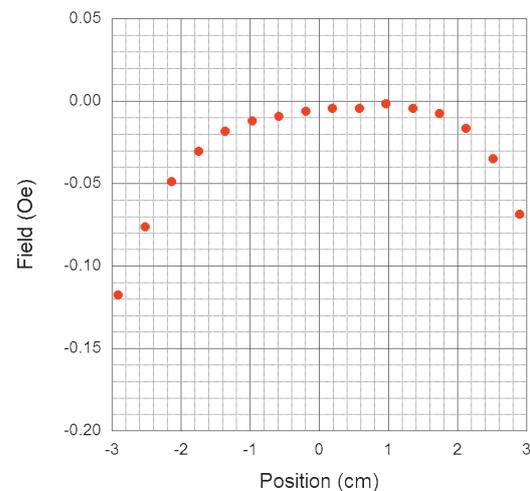


図 1 磁場勾配プロファイル

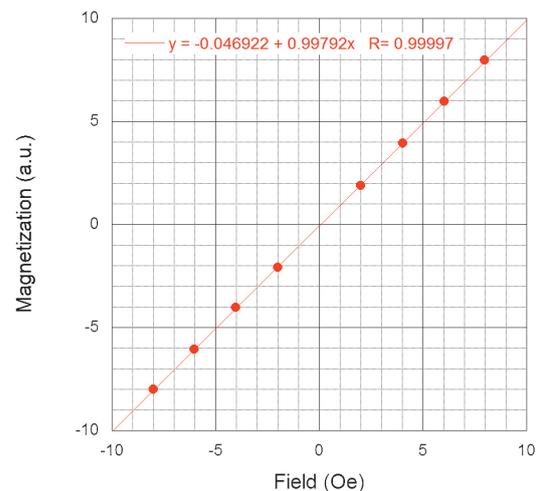


図 2 磁化の磁場依存性

単結晶X線回折装置

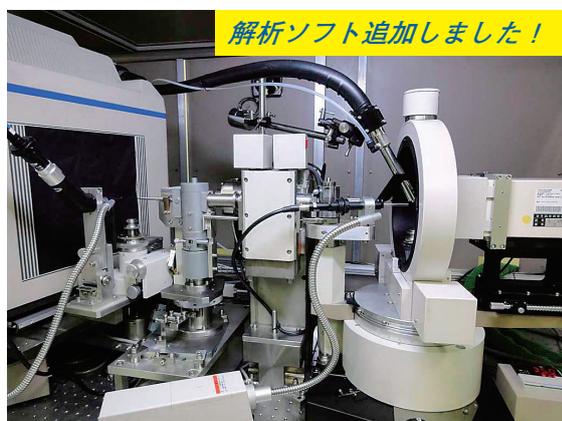
概要

単結晶試料に X 線を入射すると、結晶構造を反映した回折点を得られる。この回折点の位置および強度から、結晶構造解析が行われる。構造解析により、原子の三次元座標（立体構造）や原子間距離・結合距離、三次元の電子密度などの情報が得られる。

数十～数百 μm サイズの単結晶試料が作成出来れば、3 時間程度で測定～解析が行える。

設備紹介（MERCURY CCD-1・R-AXIS IV、MERCURY CCD-2）

担当）藤原 基靖



※R-AXISは故障中。現在のところ、修理・更新予定はありません。

測定方法

・マウント

0.1 ~ 0.5 mm 角の単結晶を、ビットに取り付けたガラス棒の先端、またはマグネット台座付サンプルループに、接着剤・ワセリン等で固定。（ゴニオヘッドは、ビット用とマグネット用があり、CCD-1、-2、-3 で共用可能）

メーカー：Rigaku

型式：MERCURY CCD-1・R-AXIS IV、
MERCURY CCD-2

導入年度：平成 8 年度

（主な仕様）

X 線源	回転対陰極型、Mo 50 kV・100 mA（5 kW）
------	---------------------------------

（CCD1、CCD-2 共通）

コリメータ	$\phi 0.3, 0.5, 1.0$ mm
カメラ長	35mm、55mm、75mm
ゴニオメータ	AFC-7 型 χ サークル
検出器	Mercury CCD
温度可変	100 ~ 400 K
ソフトウェア	測定：Crystal Clear 解析：Crystal Structure (CCD-2 にも導入しました)



・X 線の立上げ・停止

手順書に沿って、使用の度に X 線の立上げ・停止を行うこと。

・温度可変測定

PSA を起動させ、1 時間程度おいてから、コンプレッサーを起動して冷却を始める。最低温 100 K まで、約 2 時間かかる。CCD-1 はボタン一つで自動停止。CCD-2 は冷却水、手動停止が必要。

設備紹介 (微小結晶 /MERCURY CCD-3)

担当) 岡野 芳則



メーカー：Rigaku

型 式：MERCURY CCD-3

導入年度：平成 14 年度

(主な仕様)

X 線源	回転対陰極型、Mo 50 kV・16 mA (0.8 kW) コンフォーカルミラー使用
コリメータ	φ0.3 mm
ゴニオメータ	AFC-8 型 1/4 χ サークル
検出器	Mercury CCD
温度可変	・ 100 K ~ 室温 (N ₂ ガス: PSA より供給) ・ 24 ~ 100 K (He ガスボンベ: 1 本 / 8 時間)
ソフトウェア	測定: Crystal Clear 解析: Crystal Structure

特徴

• 高輝度X線

光学系にコンフォーカルミラーを用いており、CCD-1、-2に比べ、約10倍の高輝度X線ビームが得られ、測定が難しかった微小結晶でも測定が可能。ビーム径はφ0.1~0.2 mmで、コリメータはバックグラウンド低減のためビーム径よりやや大きめの0.3 mmのものが取り付けられている。

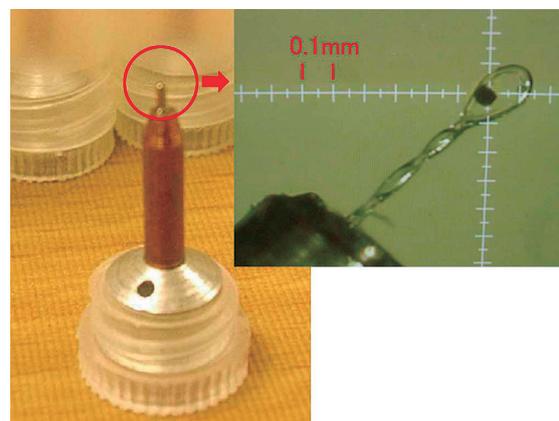
• 低温測定

ガス吹き付け型の冷却装置で、到達温度は、N₂ガスモードで100 K、Heガスモードで24 K(実測)。到達時間は、N₂で240分、Heで150分かかる。運転モードの切り替えは、HeからN₂には迅速に切り替え可能だが、N₂からHeの場合は、冷凍機を一旦室温に戻す必要がある。N₂ガスはPSA、Heガスはボンベからの供給で、Heボンベは稼働中でも交換可能。Heガス使用の場合、所内利用は実費が必要。

測定方法

• マウント

0.1~0.2 mm角以下の単結晶を、マグネット台座付サンプルループに、ワセリン等で固定する。



その他

ケンブリッジ結晶構造データベース(CSD)が利用可能。ID・Password等、詳細は担当者まで。

粉末X線回折装置

概要

粉末試料にX線を照射し、回折されたX線の角度および強度を測定する。主な利用法は定性分析(同定)である。既知試料の回折パターン(PDF: Powder Diffraction File)と照合することで測定試料の同定を行う。その他にも、ピークの有無や強度による結晶性や配向評価、ピーク幅による結晶子サイズ評価、小角領域の測定による粒子径の評価などにも用いられる。また測定精度によっては未知構造解析も可能である。

設備紹介 (RINT-Ultima III)

担当) 藤原 基靖



メーカー: Rigaku

型式: RINT-Ultima III

導入年度: 平成 17 年度

(主な仕様)

X線源	Cu 管球 40 kV・40 mA (2 kW)
光学系	集中法、平行ビーム法、小角散乱
ゴニオメータ	θ s / θ d 連動、 θ s 単独、 θ d 単独 -3 ~ +154 deg. (2θ)
検出器	シンチレーションカウンタ
オプション	モノクロメーター 高分解能 PSA 回転試料台 キャピラリ回転試料台

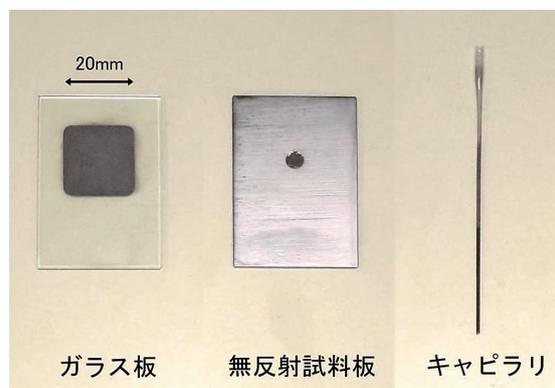
	小角散乱試料台 低温試料台(40~300 K)
制御 PC	Windows7
ソフトウェア	PDXL (基本、定性、リートベルト、PDF-2)、Nano-Solver

特徴

- CBOユニットにより、集中法、平行ビーム法、小角散乱光学系の切り替えが可能
- 平行ビーム法により、試料成形の難しい試料でも、容易に測定可能
- 小角散乱測定により、ナノ粒子の粒径分布を求めることが可能 (1 ~ 50 nm)

測定方法

- 試料準備
ガラス板やキャピラリ等に試料を充填



X線溶液散乱装置

概要

サブナノ～サブミクロンにわたる広い空間スケールを扱う本装置は、多階層からなる分子システム（生体高分子やソフトマター）の研究に貢献する。共同研究にとどまらず、X線溶液散乱実験に関心のある研究者・学生への指導、実験計画段階での相談、放射光ビームラインへの橋渡し、課題申請書の作成、などについて可能な限り支援をしている。

設備紹介 (Rigaku NANO-Viewer)

担当) 秋山 修志



メーカー：Rigaku

型式：Nano-Viewer

導入年度：平成 25 年度

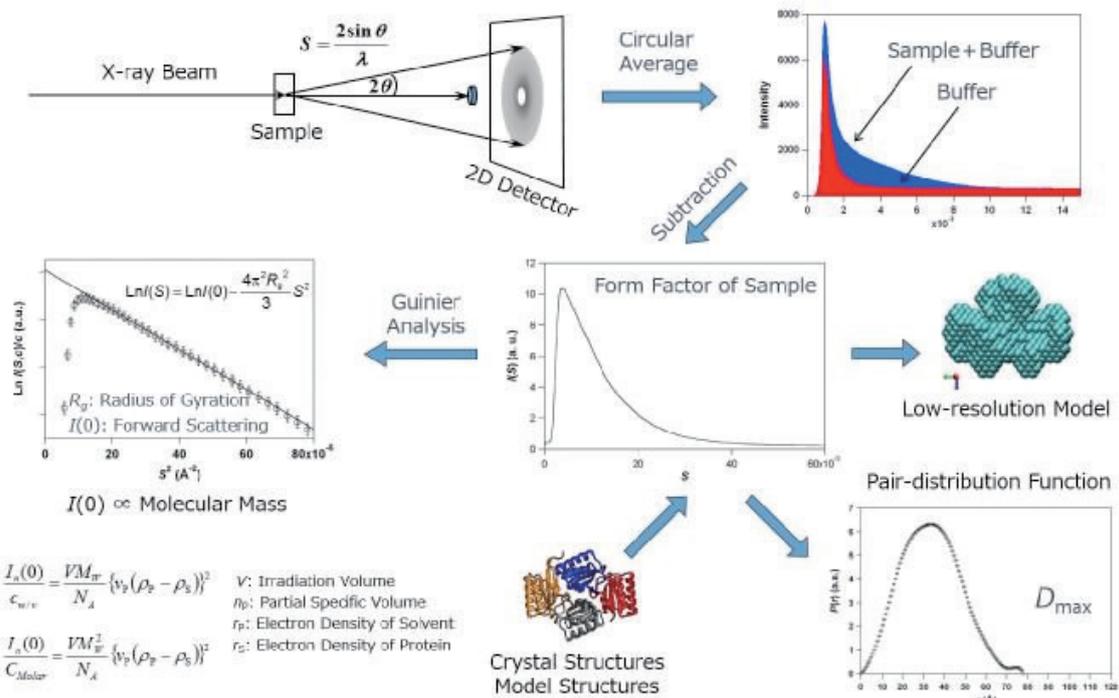
(主な仕様)

X線	1.5418 Å
検出器	PILATUS 200K
試料/検出器距離	100 ~ 1000 mm
Qレンジ (Å ⁻¹)	0.0063 ~ 1.703 Å
d (Å)	3.7 ~ 994 Å
試料体積	26 μL
試料温度	4 ~ 100°C

X線溶液散乱について

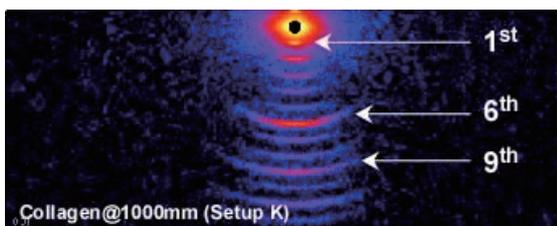
液状の試料を光軸上に設置してX線を照射し、散乱されたX線の強度や角度分布を2次元検出器で記録する。均一なタンパク質溶液試料の場合、結晶性（配向性）試料とは違って散乱像は等方的になる。したがって、散乱原点を中心に円環平均すると散乱角度 (Q) に依存した散乱X線強度 I (Q) が得られる。タンパク質溶液からの散乱強度、溶媒のみからの散乱強度、これらを個別に記録して差分を取ると、溶質（タンパク質分子）の散乱曲線が得られる。この散乱曲線には構造情報が含まれており、ギニエ解析による回転半径や原点散乱強度の評価、間接フーリエ変換による動径分布距離解析、低分解能像（分子形状）の推定、既知の結晶構造との比較、などを通してタンパク質分子の大きさや形状を見積もることができる。

7. 所有設備紹介



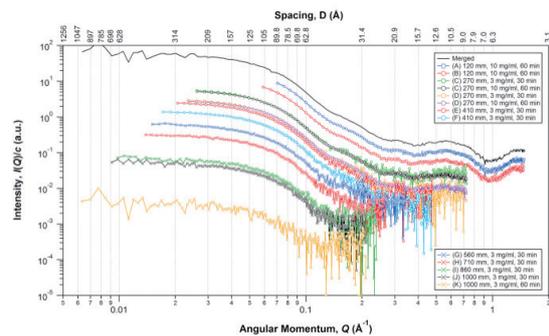
小角カメラ表

Camera Setup	Camera Length (mm)	1st (mm)	2nd (mm)	3rd (mm)	BS (mm)	Q_{min} (\AA^{-1})	D_{max} (\AA)	Q_{max} (\AA^{-1})	D_{min} (\AA)
A1	100	0.70	0.40	1.00	2.5	0.0895	70.2	1.703	3.7
A2	120	0.70	0.40	1.00	2.5	0.0706	89.0	1.476	4.3
B	120	0.60	0.30	0.80	2.0	0.0590	106.6	1.469	4.3
C	270	0.70	0.40	1.00	2.5	0.0261	241.0	0.726	8.6
D	270	0.60	0.30	0.80	2.0	0.0234	268.2	0.725	8.7
E	410	0.70	0.40	1.00	3.0	0.0206	305.5	0.474	13.3
F	410	0.60	0.30	0.80	2.5	0.0172	366.4	0.474	13.2
G	560	0.60	0.30	0.80	3.0	0.0151	417.2	0.343	18.3
H	710	0.50	0.30	0.80	3.0	0.0139	453.3	0.270	23.3
I	860	0.40	0.20	0.50	3.0	0.0098	641.1	0.241	26.0
J	1000	0.40	0.20	0.50	4.0	0.0091	688.9	0.210	30.0
K	1000	0.20	0.10	0.25	2.0	0.0063	994.2	0.210	30.0



検出器は DECTRIS 社の PILATUS 200K を採用している。検出器を平行移動させることで、モジュール間の継ぎ目のない散乱・回折パターン

ンを記録することもできる。各スリットのピンホール径、ビームストッパー径、試料と検出器の距離などを変化させて、試料に最適な小角カメラを選ぶ。上表のように、現状では A ~ K で区別される 12 段階の小角カメラで運用している。それ以外の小角カメラ設定については管理者と要相談。



BSA 標準散乱

標準試料として用いられる牛血清アルブミン (BSA) の散乱パターンを A ~ K の小角カメラで記録した (上図)。3mg/ml の試料濃度で 30min 積算を基本とし、広角測定 (A, B) と

極小角測定 (K) では 10 mg/ml で 60 min の積算としている。図中の散乱曲線は試料濃度と露光時間に対して規格化されているが、ビーム強度に対しては規格化されていない。小角カメラ設定が A から K となるにつれ、測定可能領域は広角（高分解能）側から小角（低分解能）側へとシフトしていき、同時に入射ビーム強度が弱くなるために信号強度が弱くなっていく。

セルと試料ホルダ



溶液試料には専用セルとセルホルダが準備されている。標準セルの容量は 26 マイクロリットルである。試料体積のより小さいセルでも測定可能だが、その場合は管理者と事前に相談のこと。試料温度は 4 ~ 100℃ の範囲で制御可能である。個体試料（フィルム、ファイバーなど）についても専用の試料ホルダを用いて測定できる（温調はなし）。

試料準備室



iMSaxs の周囲には生化学実験を行うための機器類が整備されており、タンパク質をはじめとする生体高分子試料の調製や評価ができる。主な機器としては、微量分光光度計 (NanoPhotometer P330, Implen)、電子天秤 (CP3202S, CP224S, Sartorius)、pH 計 (LAQUA F-73, HORIBA)、高速液体クロマトグラフィー (AKTA - FPLC, GE)、動的光散乱 (DynaPro Titan, Wyatt)、卓上クリーンベンチ (Clean Booth BB-100, AS ONE)、超音波洗浄機 (1510J-MT, BRANSON)、微量透析システム (Bio-Tech, COSMO BIO) などがある。

URL :

<http://bms.ims.ac.jp/AkiyamaG/imsaxs.html>

電子分光装置

概要

機能性材料バンド構造分析システムは、角度分解紫外光電子分光法（ARUPS: Angle-Resolved Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy）を用い、固体・薄膜試料の価電子バンド構造を決定することができる装置である。希ガス共鳴線による外部光電効果で機能性材料から放出された電子（光電子）のエネルギー分布と放出角度分布を計測することでバンド構造が得られ、これにより機能性材料の電子機能（例えば、最も基本的なイオン化エネルギーや仕事関数、伝導電荷の有効質量やスピン軌道相互作用など）を調べることが出来る。

X線光電子分光(XPS: X-ray Photoelectron Spectroscopy) 装置は、超高真空中で試料にX線を照射し、放出される電子（光電子）を検出する装置である。放出される光電子は、対象となる原子の内殻電子に起因するものであり、そのエネルギーは元素ごとに定まることから、エネルギー値を知ることから定性分析を行うことができる。原子の置かれている環境（化学状態）によって電子状態が変わることからピーク位置が僅かにシフトすることを利用して、化学構造解析を行うことができることから ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis)とも呼ばれる。

設備紹介 (ARUPS)

担当) 山根宏之、田中清尚、解良聡、小杉信博



メーカー：VG Scienta

型式：DA30

導入年度：平成26年度

(主な仕様)

電子分光器	静電半球型 200 mm 電子レンズ (ディフレクター搭載)
紫外光源	マイクロ波放電方式 He I, He II 共鳴線単色化機構 ・ He I α = 21.218 eV ・ He II α = 40.814 eV

エネルギー分解能	He I α 線を用いた金基板のフェルミ端の半値幅は、9 meV 程度 (温度：8.6 K、パスエネルギー：2 eV、入射スリット：200 μ m)
Entrance Slit	(1) 0.1 mm (2) 0.2 mm (3) 0.3 mm (4) 0.5 mm (5) 0.8 mm (6) 1.5 mm (7) 2.5 mm (8) 4.0 mm
真空度	6×10^{-9} Pa 以下
装備機器	低速電子線回折 (LEED) Ar イオンスパッタガン 各種加熱機構 (通電・電子衝撃・セラミックヒーター)

制御系	OS: Windows 8, 実験データは、バイナリー形式やテキストファイル形式など。専用解析ソフトを提供可能。
-----	--

特徴

①一般的な静電半球型電子分析器では困難な微小試料の二次元波数空間マッピングが可能 ②広い温度領域（8-400ケルビン）における電子状態測定が可能 ③低速電子線回折法による二次元結晶構造を決定することが可能 ④様々な試料形態の表面処理が可能な機器（Arイオンスパッタ機構、電子衝撃加熱機構、通電加熱機構）を搭載などが挙げられ、様々な分野の機能性材料の電子状態評価に対応可能な実験装置となっている。

測定例

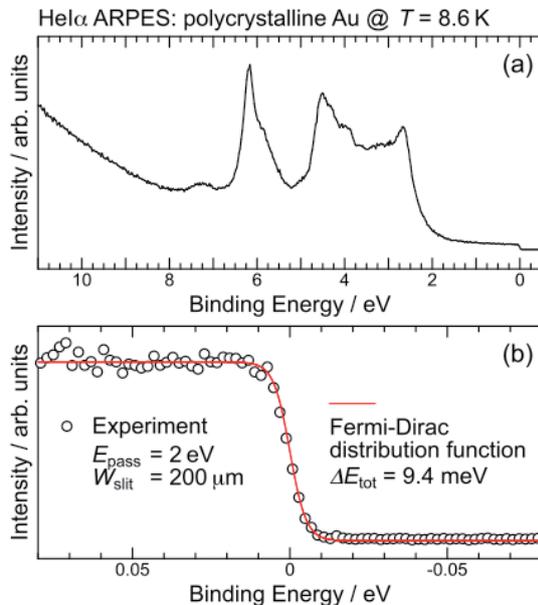


図1 He I α によるAu板のARUPSスペクトル。
(a) 価電子帯全域, (b) フェルミ準位近傍

図1にAuのHe I α ARUPSスペクトルを示す。測定は、温度8.6 K, パスエネルギー

(E_{pass}) 2 eV, スリット幅 (W_{slit}) 200 μm で行った。角度積分モードでは5分程度の測定時間で十分なSN比のデータが得られた。Fermi-Dirac分布関数を用いたフェルミエッジのフィッティング解析よりエネルギー分解能は9.4 meVと見積った。 E_{pass} と W_{slit} の組み合わせによって、より高分解能な測定が可能である。

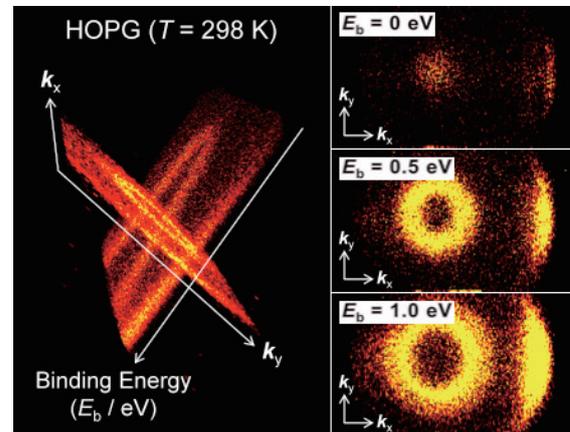


図2 He I α によるHOPGのARUPSスペクトルイメージとディラック点近傍 ($k_x \sim 1.7 \text{ \AA}^{-1}$) における等エネルギー面マッピング。

本装置の大きな特徴として、DA30 アナライザーのディフレクター機能を用いることで、ARUPS スペクトルの二次元波数空間 (k_x, k_y) マッピングを容易に得ることが出来る点が挙げられる（※ 一般的なアナライザーは k_x のみ）。図2に高配向性熱分解グラファイト (HOPG) のHe I α ARUPS イメージを示す。HOPGやグラフェンでは、 π 電子系が円錐状の分散（ディラックコーン）を示すことが知られている。本装置を用いることで、このような電子状態を高精度かつ容易に得ることが可能である。

設備紹介 (XPS)

担当) 酒井 雅弘



メーカー：Omicron

型 式：EA-125

導入年度：平成23年度

(主な仕様)

電子分光器	静電半球型 125mm、電子レンズ(静電+磁気レンズ)
X線源	ツインアノード (Mg, Al), 分光器なし。出力 15kV, 20mA (Mg) または 15kV, 34mA (Al)。

エネルギー分解能と計数率	Mg-K α 線を用いた清浄化処理を行っていない銀板の Ag3d _{5/2} , Entrance Slit 6 × 12mm, 半分値幅は, パスエネルギー 10eV で 0.9eV (計数率 5500cps), パスエネルギー 50eV で 1.4eV (計数率 60000cps)。図 1 (a), (b) 参照。
--------------	--

Entrance Slit	(1) 6 × 12 mm (2) ϕ 6mm (3) ϕ 2mm (4) ϕ 1mm (5) 1 × 12 mm
---------------	--

真空度	4 × 10 ⁻⁸ Pa 程度 (測定槽主排気はイオンポンプ、粗引きはターボ分子ポンプ)
-----	---

装備機器	Ar イオンスパッタガン
------	--------------

制御系	OS: Windows XP, 制御ソフト: Omicron EIS。データの持ち帰りは、テキストファイル形式など。
-----	--

特徴

- ①水素、He以外の全ての元素が検出できる
- ②化学状態に関する情報を得ることができる
- ③極表面 (数nm程度) の情報を得ることができる
- ④導体だけでなく、絶縁物も測定可能である
- ⑤エッチング装置と併用することで深さ方向分析が可能 が挙げられる。有機物などの絶縁物の場合には徐々に正に帯電するチャージアップ現象が起きてしまうことがあるので、測定試料の固定方法を工夫する必要がある。

XPSは、絶縁物から導体まで幅広くほとんどの材料に対して分析可能なことから、さまざまな表面物性の関係する場面で使用され、主な用途として、半導体や金属などの無機物から有機物までほとんどの材料について、極表面の組成、化学状態解析、汚染解析などが行われている。また、表面改質や接着・剥離解析など表面が関与する数多くの物性や機能の評価にも用いられている。

測定例

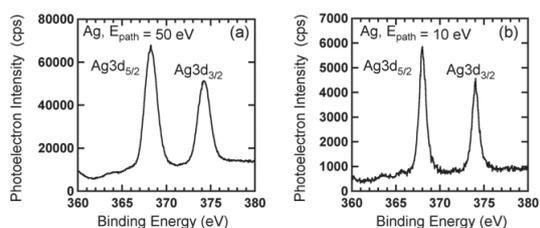


図1 Mg-K α による清浄化処理を行っていない銀板のAg3d_{5/2}の光電子スペクトル。(a) パスエネルギー50eV, (b) パスエネルギー10eV

図1に清浄化処理を行っていない銀板の $Ag3d_{5/2}$ の光電子スペクトルを示す。X線源は Mg, X線出力 15kV20mA (300W), Entrance Slit $6 \times 12\text{mm}$ の条件下で (a) パスエネルギー 50eV, (b) パスエネルギー 10eV で測定した。半分値幅はそれぞれ 1.4eV, 0.9eV であった。

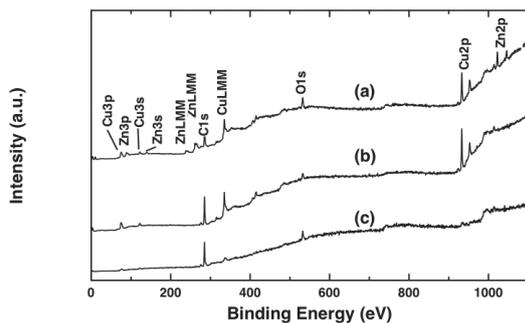


図2 銅板および真鍮板の光電子スペクトル。
(a) ピカール研磨された真鍮板, (b) ピカール研磨された銅板, (c) 未研磨の銅板

図2に銅板および真鍮板の光電子スペクトルを示す。(c)の未研磨のものは、表面付着物によりCu由来のピークが非常に小さい。(b)は表面研磨により表面付着物がある程度除去できたためCu由来のピークがはっきり見えるようになった。(a)でも研磨により表面付着物がある程度除去できたため、真鍮の構成元素である Cu, Zn が観測されている。(a), (b), (c)のいずれにも C 1s, O 1s が観測されているが、これは大気中の C, O が表面に付着していることを示している。これら大気由来の元素の除去は、真空中での Ar イオンスパッタリングが必要となる。

電子顕微鏡

概要

電子顕微鏡は、電子線を試料に当てて拡大像を観察する装置で、大きく分けて透過電子顕微鏡（TEM: Transmission Electron Microscope）と走査電子顕微鏡（SEM: Scanning Electron Microscope）の2種類がある。透過電子顕微鏡では試料を透過した電子をレンズ系で拡大し結像させて内部構造を観察し、走査電子顕微鏡では試料からの反射電子や二次電子を検出して表面構造を観察する。また、電子線と試料との間の相互作用によって特性 X 線や非弾性散乱電子なども放出されており、これらを分析することで化学組成など様々な情報を得ることができる。

集束イオンビーム加工機は、細く絞ったイオンビームを当てて試料を局所的に加工する装置で、電子顕微鏡観察用の試料作製等に用いられる。またイオンビームのエネルギーを利用し、発生する二次電子から試料の表面を観察したり、化学気相蒸着で表面に薄膜を作製したりすることができる。

設備紹介（電界放出形走査電子顕微鏡（FE-SEM） / JSM-6700F（1））

担当）中尾 聡



メーカー：JEOL

型式：JSM-6700F（1）

導入年度：平成 14 年度

（主な仕様）

電子銃	冷陰極電界放出形
加速電圧	0.5 ～ 30 kV
照射電流	0.1 pA ～ 2 nA
倍率	25 ～ 650000 倍
像分解能	1.0nm (15kV)、2.2nm (1kV)
試料サイズ	最大直径 2 インチ
検出器	二次電子検出器、反射電子検出器

導電処理用装置	カーボンコーター（サンユー電子製 SC-701CT）
---------	----------------------------

特徴

- 電子線のエネルギー幅の小さい電界放出形電子銃とセミインレンズ系対物レンズにより、低加速電圧での高分解能観察に対応。
- 最大で直径 2 インチまでの試料を観察可能。ただし高さは約 10mm まで。
- 二次電子像の他、組成コントラストを持つ反射電子像が観察可能。
- 絶縁性試料の導電処理用として、カーボンコーターを提供。

設備紹介（低真空分析走査電子顕微鏡（SEM-EDX） / SU6600）

担当）中尾 聡、酒井雅弘



メーカー：日立ハイテクノロジーズ、
ブルカー・エイエックスエス

型 式：SU6600、
QUANTAX XFlash 5060FQ+XFlash6|10
コンバインシステム

導入年度：平成 25 年度

（主な仕様）

（SEM：SU6600）

電子銃	ZrO/W ショットキーエ ミッション形
加速電圧	0.5 ～ 30 kV
照射電流	1 pA ～ 200 nA
倍率	10 ～ 600000 倍
像分解能	1.2 nm (30 kV、高真空モード (<math><10^{-3}</math> Pa)) 3.0 nm (30 kV、低真空モード (60 Pa))
低真空範囲	10 ～ 300 Pa
試料サイズ	最大直径 150mm (要相談)
検出器	二次電子検出器、低真空用 二次電子検出器、反射電子 検出器、透過電子検出器
試料温度制御	オプションの MK3 形クー ルステージ装着時のみ -20 ～ 50 °C (要相談)

（EDX 検出器：QUANTAX XFlash 5060FQ）

検出器	シリコンドリフト検出器
検出面積	60 mm ² (15 mm ² × 4)
検出元素範囲	B ～ Am
分解能	133 eV (Mn-K α) 以下

（EDX 検出器：QUANTAX XFlash6|10）

検出器	シリコンドリフト検出器
検出面積	10 mm ²
検出元素範囲	Be ～ Am
分解能	121 eV (Mn-K α) 以下

特徴

- 低真空モードにより、高真空で脱ガスのある試料を観察したり、絶縁物を導電処理無しで観察したりすることが可能。
- 対物レンズがアウトレンズ系のため、磁性材料の観察も可能。
- 最大で直径150mmまでの試料を観察可能。ただし直径によって、重量や高さ、使用可能な機能に制約があるため要相談。
- 二次電子像の他、組成コントラストを持つ反射電子像、明視野透過電子像が観察可能。
- エネルギー分散型X線(EDX)分析により、含有元素の定性分析、おおよその定量分析、元素マッピングが可能。
- EDX検出器として、検出面積60mm²で高感度の検出器XFlash5060FQと、エネルギー分解能の高い検出器XFlash6|10の2台を搭載。
- オプションのMK3形クールステージを装着した時は、ステージ温度を-20～50℃に制御することが可能。ただし、試料サイズが直径10mmまでとなることや、ステージを着脱したり試料を交換したりする度に試料室の大気開放が必要となることなど、制約があるため要相談。



メーカー：JEOL

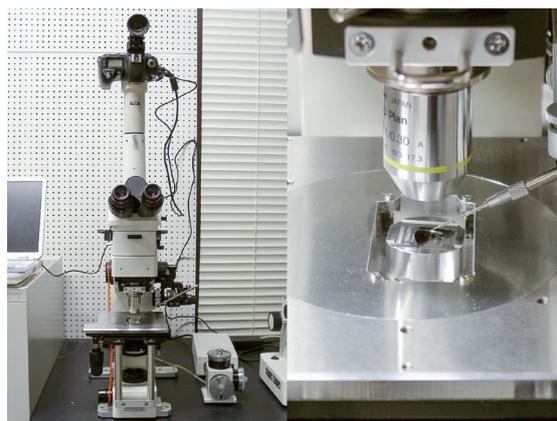
型 式：JEM-9310FIB(P)

導入年度：平成 14 年度

(主な仕様)

イオン源	Ga 液体金属イオン源
加速電圧	5 ~ 30 kV
イオン電流	1 pA ~ 10 nA (10段階切替)
加工形状	矩形、直線、点
デポジション	カーボン化合物
試料サイズ	最大 20mm 角

装置外の光学顕微鏡視野下でピックアップし、TEM用グリッドメッシュ上に搬送する、ピックアップシステム(下写真)を提供。



特徴

- Gaイオンビームを集束し、指定した微小領域（通常は数 μm ～数十 μm ）を走査させることによって、局所的なエッチング加工を行なうことが可能。
- 加工形状は、矩形、直線、点の3種類で、複雑な形状の加工には非対応。
- 特定の化合物ガスを試料表面に吹き付けながら走査すると、その領域に薄膜がデポジションされる。本装置ではフェナントレンガスからのカーボン化合物薄膜のみ対応。
- 主として、透過電子顕微鏡 (TEM) 観察用薄膜試料、走査電子顕微鏡 (SEM) 観察用断面試料の作製に用いる。
- FIB装置内で加工し切り離れた試料切片を、

熱分析装置

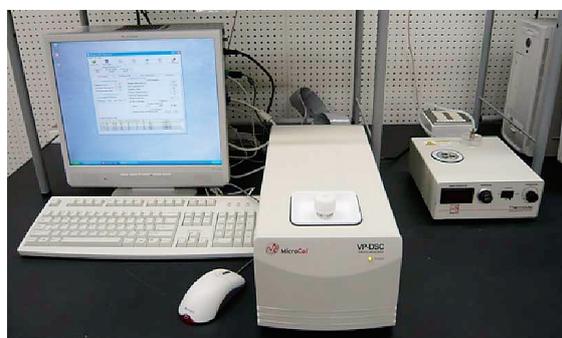
概要

熱分析とは、物質の温度を一定のプログラムによって変化させながら、その物質のある物理的性質を温度の関数として測定する分析法である。

熱流差を検出する示差走査熱量測定（DSC）による融解・結晶化や比熱の測定、質量（重量変化）を検出する熱重量測定（TGA）による脱水・熱分解の測定などがある。

設備紹介（VP-DSC）

担当）牧田誠二・長尾春代



メーカー：MicroCal

型 式：VP-DSC

導入年度：平成21年度

（主な仕様）

温度範囲	1 ~ 130 °C
------	------------

セル容量	500 μ l
スキャン速度	upscan mode : 0 ~ 90 °C/hr downscan mode : 0 ~ -60 °C/hr
付属品	ThermoVac
システム	OS : WindowsXP Software : VPViewer 2000 VP-DSC ver.1.04.0027、 ORIGIN ver.7.10 (analysis)

特徴

- 温度変化による試料の転移または変性の熱変化を測定できる。

設備紹介（iTC₂₀₀）

担当）牧田誠二・長尾春代



メーカー：MicroCal

型 式：iTC₂₀₀

導入年度：平成 21 年度

（主な仕様）

温度範囲	2 ~ 80 °C
セル容量	200 μ l
滴定シリンジ容量	40 μ l
システム	OS : WindowsXP Software : iTC ₂₀₀ ver.1.24.0.2、 ORIGIN ver.7.10 (analysis)

特徴

- 一定温度下で、リガンド滴下によって生じる相互作用の熱変化を測定できる。

7. 所有設備紹介

設備紹介 (TGA2950、SDT2960、DSC2920)

担当) 藤原 基靖



メーカー：TA Instruments

型式：TGA2950

導入年度：平成7年度

(主な仕様)

温度範囲	RT ~ 1000 °C
重量範囲	0.1 µg ~ 100 mg
サンプルパン	100 µl (プラチナ)
昇温速度	0.1 ~ 100 °C /min

特徴

- 重量変化に応じて昇温速度を変化させる高分解能測定が可能。



メーカー：TA Instruments

型式：SDT2960

導入年度：平成7年度

(主な仕様)

温度範囲	RT ~ 1500 °C
サンプルパン	90 µl (アルミナ)
昇温速度	0.1 ~ 100°C /min (~1000°C) 0.1 ~ 25°C /min (~1500°C)

特徴

- TGA と DTA の同時測定が可能。



メーカー：TA Instruments

型式：DSC2920

導入年度：平成7年度

(主な仕様)

温度範囲	-130 ~ 600 °C
サンプルパン	ノンハーメチック、ハーメチック (アルミニウム)
システム (TGA、SDT、DSC 共通)	OS : WindowsXP 制御 : Thermal Advantage 解析 : Universal Analysis

特徴

- モジュレーテッド DSC により、可逆的成分と非可逆成分の分離が可能。
- 液体窒素冷却システムにより低温測定が可能。

マトリックス支援レーザー脱離イオン化-飛行時間型質量分析計 (MALDI-TOF-MS)

概要

イオン化部はマトリックス支援レーザー脱離イオン化 (MALDI)、質量分離部が飛行時間型の質量分析計 (TOF-MS)。MALDI はマトリックスと呼ばれるイオン化を促進する試薬を試料と共にサンプルプレート上に結晶化させ、そこにレーザー光を照射する。マトリックスはレーザー波長に対して吸収を持っているので急速に加熱され試料と共に気化される。試料は気相反応 (プロトン移動など) によってイオン化し、TOF-MS と呼ばれるイオン源で発生したイオンがフライトチューブ内を飛行し検出器まで到達する時間によって質量を測定する装置により分離、検出される。MALDI によるイオン化は穏和で試料分子の分解が起こりにくく、TOF-MS は分子量が数万～十数万のタンパク質のような高分子を測定することが可能であり、発生したイオンの大部分が検出器に到達するため感度も高い点が挙げられる。

設備紹介 (Voyager DE-STR)

担当) 牧田 誠二



メーカー: Applied Biosystems

型 式: Voyager DE-STR

導入年度: 平成11年度

(主な仕様)

Mass range	≥ 300000Da
Linear mode Resolution	≥ 80 (BSA) ≥ 1000 (Myoglobin) ≥ 3000 (Angiotensin I) ≥ 3500 (ACTH 18-39)
Reflector mode Resolution	≥ 15000 (bovine insulin) ≥ 1200 (E.coli Thioredoxin) ≥ 7000 (Angiotensin I) ≥ 10000 (ACTH Clips)

Linear mode Mass accuracy	0.05% (External Calibration) 0.02% (Internal Calibration)
Reflector mode Mass accuracy	0.008% (External Calibration) 0.001% (Internal Calibration)

特徴

測定には感度、分解能が異なる Linear mode と Reflector mode の2種類がある。

Linear mode による測定は一般的に高感度、低分解能であり、Reflector mode はフライトチューブ内でイオンを反転させることによって、初期運動エネルギーの広がり収束させる効果と飛行距離を伸ばす効果により高分解能を実現している。しかし、感度の点においては Linear mode より低下する。測定の際には、初めに Linear mode で目的のピークの有無を確認した後、分解能が不足している場合には更に Reflector mode での測定をすることを薦めたい。また、Reflector mode による mass range は約 10000Da 程度になるので注意が必要である。

有機微量元素分析装置

概要

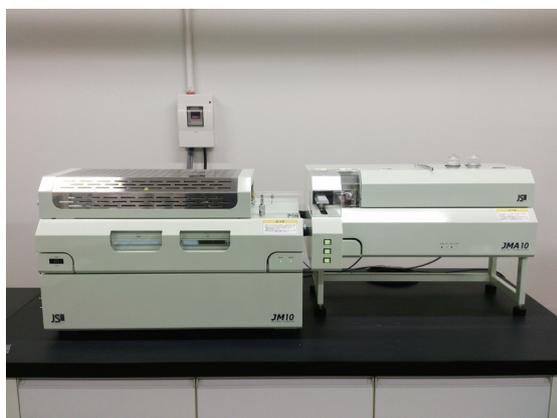
試料を Pregl-Dumas 法に基づいて熱分解し、有機物を構成する主要元素である水素、炭素、窒素を定量的に水、二酸化炭素、窒素に変換し、これらを熱伝導法によって検出する。実際の分析では水素、炭素、窒素の含有率が既知の標準試料を分析し、その検出感度から未知試料の含有率を決定する。

(品質管理分析) (石油、石炭、コークスなどの燃料分析) (土壌、ヘドロの分析) (水中の浮遊物質および底質の分析) (大気汚染など公害測定) (無機物の分析) 等の用途が挙げられる。

設備紹介 (MICRO CORDER JM10)

所内専用

担当) 牧田 誠二



メーカー：J-SCIENCE LAB

型式：MICRO CORDER JM10

導入年度：平成 23 年度

(主な仕様)

測定元素	水素、炭素、窒素
測定精度	絶対誤差 ± 0.3%以内
測定範囲	水素 0.5～400μg 炭素 3～2600μg 窒素 1～1000μg

特徴

依頼分析を以下のように行っている。

- (1) 1 試料につき 10mg 程度を採取しやすいサンプル管に入れて下さい。

【補足】通常、1 回の測定につき 2mg 程度使用します。試料によっては確認のため数回測定する場合がありますので、十分な量として

10mg としてありますが、用意できる範囲の試料量でも構いません。

- (2) サンプル管には試料名を明記して下さい。
- (3) 元素分析依頼書に必要な事項を記入の上、メールに添付し元素分析担当者まで送信して下さい。

(牧田：E-mail:makita@ims.ac.jp)

- (4) 測定日をメールにてお知らせしますので指定された日に試料を山手 4 号館 4F404 号室入口にある箱に入れて下さい。
- (5) 測定終了後にメールにてお知らせしますので測定結果、残余試料を回収して下さい。

測定例

未知試料の測定結果を図 1 に記載する。

** Analytical Data **				
2012/04/13 18:32:23				
ファイル名 : C:\MICROData\2012.3.29.DIP				
Aボンプ				
サンプル No. 10				
試料名 : Sample A				
試料量 : 1868.0 [μg]				
気 圧 : 1021.2 [hPa]				
分析時 : 2012/03/29 16:21:34				
	H	C	N	
検出感度 [μg/100counts]	0.44906	3.22275	1.42045	
シグナル [counts]	28399	43875	24514	
ベース [counts]	2660	3102	4416	Total
分析値 [μg]	119.10	1312.98	279.16	1711.24
分析値 [%]	6.38	70.29	14.94	91.61
推定値 [%]	6.43	70.19	14.88	
Δ [%]	-0.05	+0.10	+0.06	
2012/03/29				
No. 10	Sample name	Sample A		
Sample (μg)	H%	C%	N%	
1868.0	6.38	70.29	14.94	

図1 未知試料の測定結果

備考

所外公開はせず、所内専用で運用している。

蛍光X線分析装置

概要

物質に X 線を照射すると、物質を構成する元素固有のエネルギー（波長）を持つ蛍光 X 線（特性 X 線）が発生する。この蛍光 X 線のエネルギーを測定することにより、測定物質を構成する元素の分析（定性分析）を行うことができ、またそのエネルギーの X 線強度から目的元素の濃度を求める（定量分析）ことができる。蛍光 X 線分析装置とは、対象となる試料に X 線を照射し、そこから発生する蛍光 X 線のエネルギーを測定することで、試料を構成する元素の種類や濃度を判断するために用いる装置である。この装置の大きな特徴として、対象試料の範囲が広く、固体・液体・粉末など種々の形態で測定が可能であること、非破壊分析であること、測定作業が簡便で短時間で分析を行えることが挙げられる。

応用範囲は多岐にわたり、金属、鉱物の組成分析の他、食品分析や土壌分析、環境分析でも利用されている。

設備紹介 (JSX-3400R II)

担当) 上田 正



メーカー：JEOL

型 式：JSX-3400R II

導入年度：平成20年度

(主な仕様)

検出元素範囲	Na - U
X 線発生装置	5 - 50 kV, 1 mA, 50 W
ターゲット	Rh
フィルタ	4種自動交換(オープン含む)
コリメータ	1 mmφ / 3 mmφ / 7 mmφ
検出器	Si (Li) 半導体検出器
試料室サイズ	300 mm (φ) × 150 mm (H)
試料室雰囲気	大気または真空

特徴

CCD カメラ (38 万画素、10.8 mm × 8.2 mm) で観察しながら試料の分析位置を調整でき、そのデータは測定データと一緒に保存できる。

また、WEEE 指令、RoHS 指令、ELV 指令、日本の土壌汚染対策法などの有害物質規制に対応している。極微量の Cd、Pb、Hg、Cr などの有害元素の測定が簡単にでき、分析結果報告書作成ソフトによって、報告書が容易に作成可能である。

測定方法

固体試料は X 線照射位置に載せるだけで分析可能。試料が粉末や液体の場合は専用のセルに試料を満たすことで分析ができる。ただし、セル表面には高分子フィルムが貼られており、軽元素の X 線が吸収されてしまうため、軽元素の感度は低下する。粉末試料の場合は加圧整形器でペレットを作製してもよい。

備考

液体試料の測定をする際は、装置の故障、検出器の性能劣化の恐れがあるため、真空排気は行わないこと。

核磁気共鳴（NMR）装置

概要

核磁気共鳴（NMR）とは磁気モーメントをもつ原子核を含む物質を磁場の中におき、これに共鳴条件を満足する周波数の電磁波を加えたときにおこる共鳴現象である。核磁気共鳴装置はこの共鳴現象を観測することによって、原子の化学的環境を反映した原子個々の情報（どの原子とどの原子が隣り合っているか、原子間の距離がどの程度かなど）が得られるので、化合物の分子構造や組成、物理化学的性質を分析する方法として様々な分野で日常的に用いられる。

設備紹介（JNM-ECA920）

担当) 牧田誠二・長尾春代



メーカー：JEOL

型式：JNM-ECA920

導入年度：平成 16 年度

（主な仕様）

磁場	21.6 T
感度 (S/N)	Liquid : ^1H = 2500 Solid : ^{13}C = 600
プローブ	Liquid : HCNFG3、CHFG3 Solid : 4mm-13C-CPMAS、 4mm-13C-CPMAS 温度可変、 4mm-MQMAS
システム	OS : Red Hat Linux7.3、 Mac OS10.4 Software : Delta4.3.4

特徴

- 溶液の HCN 三重共鳴測定が可能
- 固体測定が可能
- 長時間低温測定ユニットによる 0℃ までの低温測定が可能
- 測定操作は担当職員が行う
- 1 回あたりの予約は最長 1 週間まで

設備紹介 (AVANCE800)

担当) 谷中 冴子



メーカー：Bruker

型 式：AVANCE800

導入年度：平成 25 年度

(主な仕様)

磁場	18.79 T
感度 (S/N)	$^1\text{H} = 8800$ 、 $^{13}\text{C} = 1900$
プローブ	H-C-N 三重共鳴 TCI 型クライオプローブ
システム	OS : CentOS 5 Software : TopSpin2.1

特徴

- 溶液の HCN 三重共鳴測定が可能
- 極低温プローブによる超高感度計測に対応

備考

TCI 型クライオプローブは低温下に保たれた ^1H および ^{13}C プリアンプを搭載し、 ^1H 、 ^{13}C の高感度測定に最適化されている。

設備紹介 (AVANCE600)

担当) 西村 勝之



メーカー：Bruker

型 式：AVANCE600

導入年度：平成 25 年度

(主な仕様)

磁場	14.1T
感度 (S/N)	Liquid : $^1\text{H} \geq 1028$

プローブ	Liquid : 5 mm H-C-N 三重共鳴 TXI 型 Solid : 2.5 mm H-C-N 三重共鳴 CPMAS
システム	OS : CentOS 5 Software : TopSpin2.1

特徴

- 溶液の HCN 三重共鳴測定が可能 (核種固定)
- 固体の HCN 三重共鳴測定が可能 (核種固定)
- 固体の試料体積 15 μl
- 固体 MAS 最高回転周波数 35kHz
- 長時間低温測定ユニットによる長時間低温測定が可能 溶液：-50 $^{\circ}\text{C}$ 、固体：-30 $^{\circ}\text{C}$

7. 所有設備紹介

設備紹介 (JNM-ECA600)

担当) 牧田誠二・長尾春代



メーカー：JEOL

型式：JNM-ECA600

導入年度：平成21年度（平成22年度システム・ソフトウェア更新）

(主な仕様)

磁場	14.1 T
感度 (S/N)	Liquid (Royal) : $^1\text{H} \geq 850$ 、 $^{13}\text{C} \geq 330$
プローブ	Royal、HCNFG3、T10L
システム	OS : Windows7、 Software : Delta5.0.4

特徴

- 溶液の各種多核測定が可能（低周波数核種を含む）
- 溶液の HCN 三重共鳴測定が可能
- 長時間低温測定ユニットによる長時間低温測定（-30℃まで）が可能
- 液体窒素 30L 容器を用いた -100℃までの低温測定が可能
- 予約は 15 分単位で、長時間測定優先

設備紹介 (JNM-ECS400)

所内専用

担当) 牧田誠二・長尾春代



メーカー：JEOL

型式：JNM-ECS400

導入年度：平成 23 年度

(主な仕様)

磁場	9.4 T
感度 (S/N)	$^1\text{H} \geq 280$ 、 $^{13}\text{C} \geq 190$
プローブ	TH5AT/FG
システム	OS : Windows7、 Software : Delta5.0.4

特徴

- 溶液の各種多核測定が可能
- 液体窒素 10L 容器を用いた -100℃までの低温測定が可能
- 予約は 15 分単位

備考

所外公開はしていません。

表1 所有プローブ一覧

装置	プローブ	観測核	照射核	温度範囲	Auto Tune
ECA920	5 mm HCN/FG	^1H	$^{13}\text{C}, ^{15}\text{N}$	0 ~ +60°C	×
	5 mm CH/FG	^{13}C	^1H	0 ~ +60°C	×
	4 mm 13C-CPMAS	^{13}C	^1H	×	×
	4 mm 13C-CPMAS 温度可変	^{13}C	^1H	0 ~ +50°C	×
	4 mm Mマジック MQMAS	$^{35}\text{Cl} \sim ^{23}\text{Na}$	—	×	×
AVANCE800	5 mm H-C-N TCI 型 cryo	^1H	$^{13}\text{C}, ^{15}\text{N}$	+5 ~ +75°C	○
AVANCE600	5 mm H-C-N TXI 型	^1H	$^{13}\text{C}, ^{15}\text{N}$	-50 ~ +80°C	○
	2.5 mm H-C-N CPMAS	$^1\text{H}, ^{13}\text{C}, ^{15}\text{N}$	$^1\text{H}, ^{13}\text{C}, ^{15}\text{N}$	-30 ~ +80°C	×
ECA600	5 mm Royal	^1H or ^{19}F	$^{15}\text{N} \sim ^{31}\text{P}$	-100 ~ +150°C	○
	5 mm HCNFG3	^1H	$^{13}\text{C}, ^{15}\text{N}$	-20 ~ +100°C	×
	10 mm T10L	$^{103}\text{Rh} \sim ^{15}\text{N}$	^1H	-50 ~ +120°C	×
ECS400	5 mm TH5AT/FG	$^{15}\text{N} \sim ^{31}\text{P}$	^1H or ^{19}F	-100 ~ +150°C	○

(装置やプローブの選択について、不明な点がございましたらご相談ください。)

ピコ秒レーザー

概要

超短パルスレーザーでは、不確定性原理によってパルスの時間幅と波長幅（バンド幅）を同時に狭くすることは相反するが、ピコ秒のレーザーはその両者、つまり時間分解能とエネルギー分解能の両方において高い分解能が得られるとされている。そのためピコ秒レーザーは、分光研究における超高速時間分解実験の分光用光源として用いられ、吸収、或いは蛍光スペクトルを高い分解能で観測するための重要なツールである。

また、ピコ秒レーザーは、パルス幅が短くピークパワーが高いため、熱影響の少ない精密微細加工を実現できるツールとしても応用されている。

設備紹介 (Millennia-Tsunami, TITAN-TOPAS)

担当) 上田 正



メーカー：Spectra-Physics, Quantronix
 型式：Millennia-Tsunami, TITAN-TOPAS
 導入年度：平成10年度
 （平成26年度Millenniaのみ更新）

(主な仕様)

波長 (Main Curve)	490 ~ 800 nm at TOPAS 400 1180 ~ 1700 nm at TOPAS 800
パルスエネルギー	> 60 mW at 550 nm (S+I) > 700 mW at 1300 nm (S+I) (RGA 1.3 W at 790 nm) (Pump (YLF) 12 W)
パルス幅	< 5 ps
繰り返し	1 kHz

特徴

本システムは、紫外光から赤外光の広範囲に渡って、波長を任意に出力できる。また、紫外光と赤外光の2波長を同時に出力できるため、ポンプ・プローブ実験にも適用できる。

• 装置の構成

本システムは、図1に示すようにすべて固体レーザーで構成されている。CW半導体レーザーを励起光源としたモードロックTi:Sapphireレーザーの出力光をシード光として、ポンプ光にはQ-Switch Nd:YLFレーザーを用い、チタンサファイア再生増幅器からピコ秒赤外光（790 nm）を発振させている。この再生増幅器の出力を2つに分け、一方（約 0.83 W）で2倍波（395 nm）を発振させ紫外光用OPA（TOPAS 400: Travelling-wave Optical Parametric Amplifier of Superfluorescence 400）を励起し、残りのもう一方（約 0.43 W）で赤外光用OPA（TOPAS 800）を励起し、チューナブルな紫外光、及び赤外光を発振させている。

• レーザー出力

(1) 発振波長: 原理的には、表1に示す波長が得られる。TOPAS 800 からシグナル光、ア

イドラ光が得られ、外付けのBBO Crystalを取り替えることでそれぞれの2倍波発生 (SHS,SHI) や、ポンプ光 (790 nm) とシグナル光、或いはイドラ光との和周波発生 (SFS,SFI)、シグナル光、イドラ光それぞれの4倍波発生 (FHS,FHI)、さらにはシグナル光とイドラ光との差周波発生 (DFG) によって、紫外光から赤外光のレーザー光を得ることができる。また、TOPAS 400 からも同様にシグナル光、イドラ光、それぞれの2倍波発生を得ることができる。外付けの結晶を必要とする場合は、光軸の調整が必要となるが、パソコンに希望する波長を入力すれば、出力される。

(2) 出力値: 図2に、TOPAS 400 と TOPAS 800 のパワースペクトル(メインカーブのみ)を示す。

(3) パルス幅(時間分解能): 図1に示すように、オプティカルディレイステージを利用した自己相関法で測定した。その結果、およそ 2 ps (図3)であった。

表1 発振波長 (nm)

TOPAS 800	TOPAS 400
Signal 1180 ~ 1700	Signal 490 ~ 800
Idler 2385 ~ 1475	Idler 2030 ~ 780
SHS 590 ~ 850	SHS 300 ~ 400
SHI 1180 ~ 740	SHS 245 ~ 355
SFS 474 ~ 538	SHI 510 ~ 395
SFI 593 ~ 515	X
FHS 295 ~ 425	
FHI 500 ~ 370	
DFG 2400 ~ 10500	

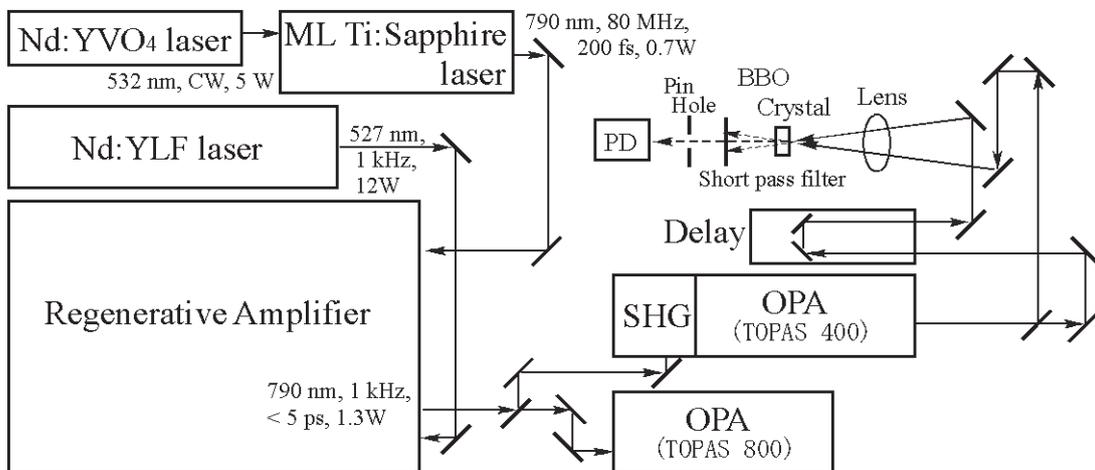


図1 ブロック図

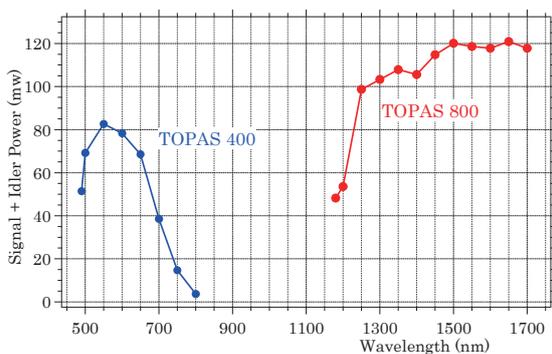


図2 パワースペクトル (メインカーブのみ)

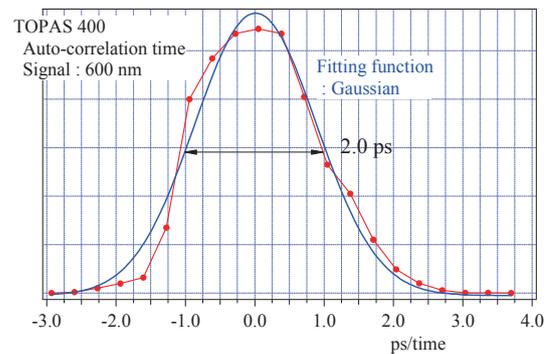


図3 パルス幅の測定

ナノ秒レーザー

概要

ナノ秒レーザーとは、時間幅が数ナノ秒から数十ナノ秒の光パルスが発生させることができるレーザー装置で、エキシマーレーザーやパルスNd:YAGレーザー及び、それらを励起レーザーとする波長可変レーザーの総称である。

エキシマーレーザーは、アルゴン、クリプトン、キセノンなどの希ガスと、フッ素、塩素などのハロゲンの混合ガスを用いてレーザー光が発生させる装置である。Nd:YAGレーザーは、固体レーザー装置で基本波（1064nm）の他、2倍波（532nm）、3倍波（355nm）、4倍波（266nm）も発生させることができる。共に非常に強い紫外領域のレーザー光が得られる装置である。

色素レーザーは、蛍光を発する色素溶液をレーザー媒体とするレーザー装置で、色素溶液の種類を選択することによって紫外から近赤外の広い波長範囲にわたってレーザー光が発生させることができる。OPO（光パラメトリック発振：Optical Parametric Oscillator）レーザーは、光パラメトリック増幅を応用したレーザーであり、Signal光とIdler光が得られる。

分子科学の実験では、さまざまな分子の光吸収領域等に応じて、あらゆる光領域のレーザー光が求められる。色素レーザー及びOPOレーザー共に、安定した光パルス特性、高い波長分解能及び広い波長可変性などの特性を利用して様々な分光実験や光化学反応などの励起光源として利用されている。

設備紹介（エキシマー励起色素レーザー /Compex Pro 110, LPD3002） 担当) 山中 孝弥



メーカー：Coherent, Lambda Physik
 型式：Compex Pro 110, LPD3002
 導入年度：平成20年度, 平成4年度

（主な仕様）

波長範囲	基本波 320 - 970 nm 2倍波 260 - 348 nm
パルスエネルギー	10mJ/pulse at 580 nm 1mJ/pulse at 290 nm
波長分解能	0.2 cm ⁻¹
パルス幅	～ 10 ns
発振繰り返し	単発～ 50 Hz

測定例

超音速ジェット中における多環芳香族化合物などの高分解能分光や微弱光分光などの励起光源に用いられている。

設備紹介 (Nd:YAG 励起 OPO レーザー /GCR-250, Scanmate OPPO) 担当) 山中 孝弥



メーカー：Spectra-Physics, Lambda Physik
 型式：GCR-250, Scanmate OPPO
 導入年度：平成7年度

(主な仕様)

波長範囲	Signal 426 - 710 nm Idler 710 - 2135 nm
パルスエネルギー	10mJ/pulse at 580 nm
波長分解能	0.15 cm ⁻¹
パルス幅	~ 12 ns
発振繰り返し	10 Hz

測定例

気相あるいは凝縮相などの過渡吸収、蛍光減衰曲線及び時間分解蛍光スペクトルなどの測定における励起光源に用いられている。エキシマ励起色素レーザーと組み合わせた同期励起が可能であり、2波長分光等にも応用されている。

設備紹介 (フッ素系エキシマレーザー /Complex 110F) 担当) 山中 孝弥



メーカー：Lambda Physik
 型式：Complex 110F
 導入年度：平成7年度

(主な仕様)

発振繰り返し	単発~100Hz
発振波長 (パルスエネルギー)	193 nm (200mJ/pulse)
	248 nm (400mJ/pulse)
	351 nm (150mJ/pulse)

測定例

光化学反応や光イオン化などの励起光源に用いられている。

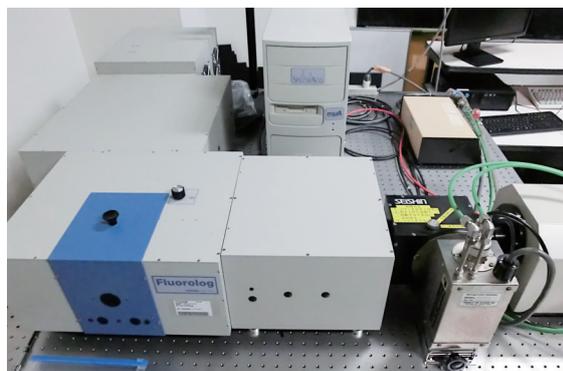
蛍光分光光度計

概要

蛍光分光光度計は、励起光を試料に当て、放出される蛍光強度やスペクトルを測定して物質の定量、定性分析を行う装置で、吸光分析である分光光度計よりも非常に高い感度で測定が可能である。観測側（蛍光側）の分光器の波長を蛍光波長に固定し、励起側の分光器の波長をスキャンすると励起スペクトルが得られる。励起側の波長を固定（最も強い蛍光を生じる励起波長）し、観測側の分光器の波長をスキャンすると蛍光スペクトルが得られる。また、励起側分光器と観測側分光器の両方の波長をスキャンさせて測定できる装置もあり、簡単に蛍光励起スペクトルの測定が可能である。

設備紹介（SPEX Fluorolog 3-21）

担当) 上田 正



スキャンスピード	最大 150 nm/sec
その他	リファレンス検出器有

特徴

- 米国の SPEX 社製モジュール方式で、光源部、励起側分光器、試料室、観測側分光器、光検出部、制御部から構成されている。本装置の光学系概略図を図 1 に示す。

メーカー：HORIBA

型式：SPEX Fluorolog 3-21

導入年度：平成 8 年度

(平成21年度 更新、

平成25年度 ソフトウェア Win 7化)

(主な仕様)

波長範囲	Ex. 250 ~ 1000 nm Em. UV-VIS : 290 ~ 800 nm IR : 500 nm ~ 1.6 μm
波長精度	± 0.5 nm
検出方式	フォトンカウンティング検出
励起光分光器	ダブルモノクロ分光器
信号対雑音比率	4000 : 1
光電子増倍管	UV-VIS : R928 (電子冷却) IR : R5509-73 (液体窒素冷却)
光源	450 W Xe ランプ

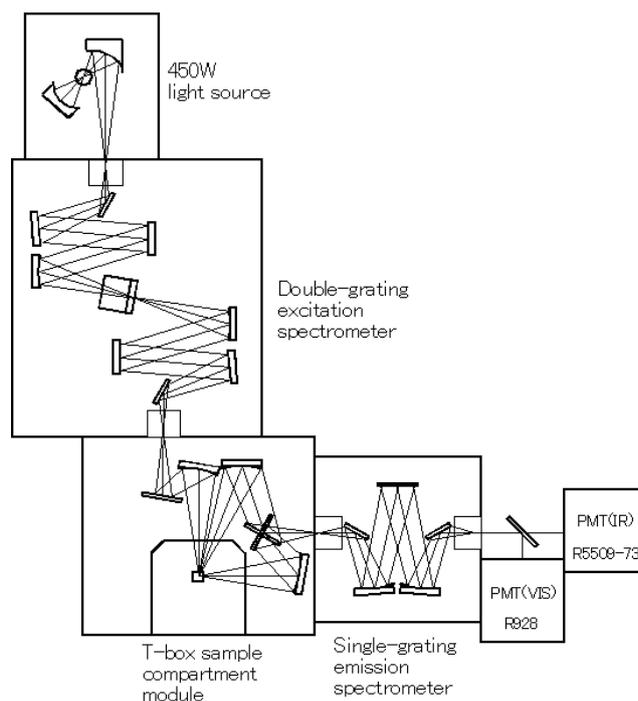


図 1 光学系概略図

- フォトンカウンティング検出によって、超微弱蛍光測定が可能である。
- 近赤外（～1500 nm）の領域まで測定できる光電子増倍管も備えており、紫外可視用検出器との切換機構は本装置独自のもので、ワンタッチで切り換えることが可能である。
- 励起側はダブルグレーティング分光器となっており低迷光を実現している。
- 高速スキャンによって測定時間が短縮でき、時間とともに劣化する試料についても、より信頼性の高いデータが得られる。
- 装置の制御やデータ収集は、科学分野で広く利用されている「Origin」ベースのソフトウェア「FluorEssence」によって、操作が簡単便利になっており、蛍光励起スペクトル測定（3Dマトリックススキャン）も容易である。

測定例

(1) 水のラマンスペクトル

蛍光分光光度計の感度の評価方法として、水のラマンスペクトルのS/N比（信号対雑音比率）の値が用いられ、

$$\frac{\text{ピークシグナル値} - \text{バックグラウンド値}}{\sqrt{\text{バックグラウンド値}}}$$

で定義されている。バックグラウンド値とはラマン光シグナルが現われない波長450 nmの時の値である。測定結果を図2に示す。

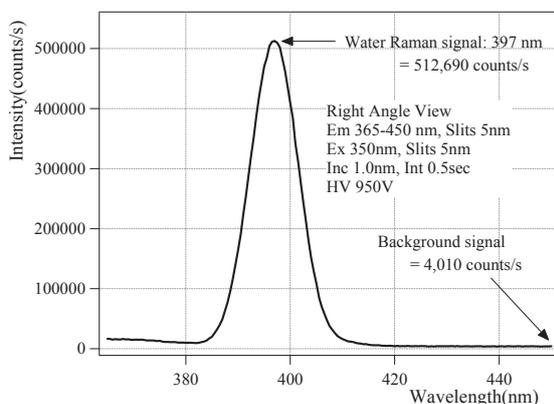


図2 水のラマンスペクトル

グラフから、S/N比8033:1となった。

$$\frac{512,690 - 4010}{\sqrt{4010}} = 8033$$

(2) 近赤外 - 蛍光励起スペクトル (3Dマトリックススキャン)

レーザー媒質としてよく知られるNd:YAGの結晶（ $Y_{3-x}Nd_xAl_5O_{12}$ ）を用いて、3Dマトリックススキャン測定を行った。この結晶は、730 nmと800 nm付近の光を吸収して基底状態から高いエネルギー準位に遷移し、その後速い無放射遷移を経て1064 nmでレーザー発振が起こる。励起波長を700 nm～900 nm、蛍光波長を1000 nm～1100 nmとして自動測定した結果を図3に示す。3D表示によって、励起波長に対する蛍光のピーク波長が1064 nmであることがよく分かる。なお、高速スキャン化によって、測定時間は約70分（Increment: 1 nm）であった。

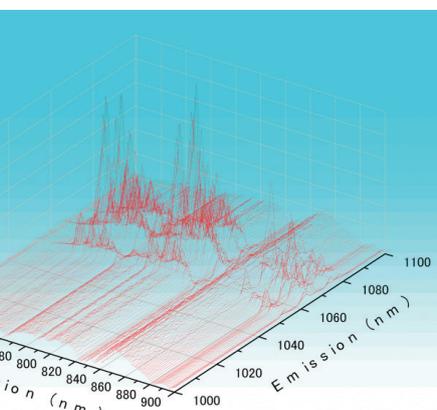
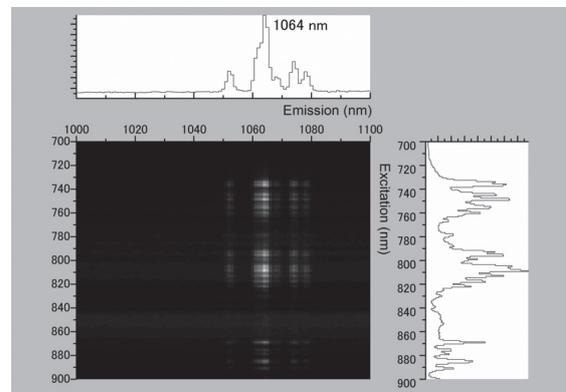


図3 蛍光励起スペクトル

円二色性分散計

概要

円二色性分散計は光学活性分子の立体構造（相対～絶対配置、立体配座、生体高分子の高次構造）を解析する手段として利用される。分光器から出た光は偏光子で直線偏光にされ、円偏光変調器で左右円偏光が交互に作られ試料を通過する。この時、試料が光学活性物質であると円偏光の不等吸収が起こり（この現象を円二色性またはCDと呼ぶ）、その左右円偏光の差吸光度 ΔA （通常は楕円率 θ で表される）が観測される。楕円率とは直線偏光を光学活性物質の吸収波長で通過させると楕円偏光になるが、その楕円の短軸長軸の正接角 θ をもって定義され、 ΔA が小さいと $\theta=33 \times \Delta A$ が成り立つ。CD測定でのフルスケールは θ 表示（単位mdeg）である。

設備紹介（J-720WI）

担当）牧田 誠二



メーカー：JASCO
 型式：J-720WI
 導入年度：平成7年度
 （主な仕様）

光源	450W Xe ランプ水冷方式
検出器	ヘッドオン型光電子増倍管
変調器	ピエゾエラストティックモジュ レータ
測定波長範囲	165 ~ 1100nm
波長正確さ	165 ~ 180nm ± 0.2nm 180 ~ 250nm ± 0.1nm 250 ~ 500nm ± 0.3nm 500 ~ 800nm ± 0.8nm 800 ~ 1100nm ± 2.0nm
バンド幅	0.1 ~ 10nm
スリット幅	1 ~ 3000 μ m

レスポンス	0.5msec ~ 16sec
走査速度	1 ~ 5000nm/min
フルスケール	± 200mdeg (感度 100mdeg の時) ± 2000mdeg (感度 1000mdeg の時)
縦軸分解能	0.01mdeg(感度 100mdeg の時) 0.1mdeg(感度 1000mdeg の時)
RMS ノイズ	185nm 0.05mdeg 200nm 0.04mdeg 500nm 0.035mdeg
ベースライン 安定性	0.2mdeg/hr
UV 測定	シングルビーム測定 測光レンジ 0 ~ 5Abs 測光正確さ ± 0.01Abs

特徴

以下の付属品を所有している。

- ペルチェ式恒温装置
- 温度コントローラー
- タンパク質二次構造解析プログラム
- クライオスタット
- MCD

可視紫外分光光度計

概要

可視紫外分光光度計は、測定する物質が可視紫外領域の光に対してどの程度その光を吸収するかを波長分布として測定する装置である。実際は、透過率を測定しソフトウェアで計算によって吸光度を求めており、物質の同定や性質、あるいは濃度（定量分析）を調べることができる。付属装置によって、半導体・薄膜・ガラスやフィルムなどの固体試料の反射率・透過率測定ができる装置もある。

設備紹介 (U-3500)

担当) 上田 正



メーカー：Hitachi

型 式：U-3500

導入年度：平成8年度

(平成18年ソフトウェア更新)

(主な仕様)

波長範囲	200 nm ~ 3200 nm
分光器	プリズム・回折格子型ダブルモノクロメータ
検出器	光電子増倍管 R-928 (紫外可視域) 冷却型 Pbs (近赤外域)
波長設定 繰返し精度	± 0.1 nm (紫外可視域) ± 0.5 nm (近赤外域)
測定モード	吸光度、透過率、反射率、 リファレンス側エネルギー、 サンプル側エネルギー

ベースライン 平坦度	< ± 0.002 Abs:240 ~ 850nm (スリット 6nm) < ± 0.004 Abs:850 ~ 2200nm (スリット自動) < ± 0.008 Abs:220 ~ 2600nm] (スリット自動)
---------------	--

特徴

- 測定波長領域が広い。
- 光源にヨウ素タンゲステンランプ（可視域）と重水素ランプ（紫外域）を使用し、測定波長に応じて自動切り換え。
- 分光器をシリーズに結合したダブルモノクロメータとなっているため、超低迷光で高い吸光度まで測定が可能。
- 分光された単色光は、回転ミラーによって対照側と試料側とに分岐して試料室に導かれるダブルビーム方式となっているため、高精度測定を迅速に行うことが可能で、経時変化や温度変化に伴う吸光度変化を測定する場合にも有用。
- 冷却型の近赤外検知器の採用によって、測定感度が良好。
- 付属装置として、固体試料(ガラスフィルターやフィルム) 測定用ホルダー、5度正反射率測定用ホルダー等も装備。

フーリエ変換赤外 (FTIR) 分光光度計

概要

分子や固体結晶を構成する原子は化学結合の状態を反映した振動数で振動している。その固有振動数は経験則や量子化学計算により体系的に理解されており、赤外領域に現れるこれらの共鳴吸収を調べることで物質の局所構造を詳しく解析することができる。主な用途として、単分子膜等における微弱な赤外信号の観測や、金属配位結合やイオン結合、分子全体の集団運動等の低波数振動、結晶の格子フォノン等の解析が挙げられる。

設備紹介 (IFS 66v/S)

担当) 賣市 幹大



メーカー：Bruker

型式：IFS 66v/S

導入年度：平成16年

(主な仕様)

(Beam Splitter)

Far-IR Mylar	20 - 500 cm^{-1}
KBr	375 - 7000 cm^{-1}
CaF ₂	2800 - 12000 cm^{-1}
Quartz	2800 - 12000 cm^{-1}

(検出器)

Bolometer	> 5 cm^{-1}
DTGS	10 - 4000 cm^{-1}
MCT	420 - 8000 cm^{-1}

(光源)

Mercury	遠赤外
Global	中赤外

特徴

本装置は検出感度と波長安定性に優れた研究用フーリエ変換赤外分光器 (FT-IR) であり、光学系全体を真空排気できる筐体の採用により、汎用装置では検出困難な遠赤外領域の信号を含めた広い波長領域のスペクトルを最高の精度で測定することが可能である。

測定方法

固体試料測定のためKBr錠剤形成装置 (真空排気ペレットダイス、 $\phi 13$ mmダイス、真空ポンプ、10 ton油圧プレス、または $\phi 5$ mmダイス、ハンドプレス) を用意している。波長範囲300 cm^{-1} 以上の測定に活用できる。測定は透過配置のみで、液体セル、ATR光学系等のメーカーオプションは、使用者個人で準備が必要である。

参考データ

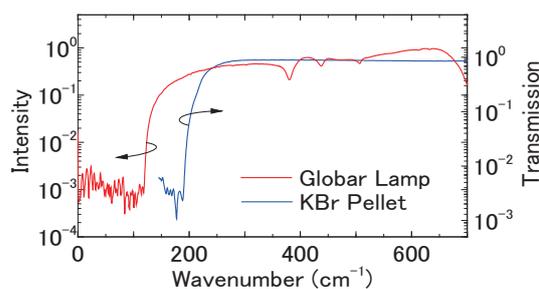


図 Global光源の放射強度とKBrペレットの透過スペクトル

顕微ラマン分光装置

概要

ラマン分光は赤外分光と共に最も広く応用されている振動分光法である。2光子過程であるラマン散乱は1光子過程の赤外吸収と光学的な選択律が異なっており赤外吸収と相補的な情報を与えることから両者は併用されることも多い。ラマン信号は通常微弱だが励起光が中間状態と共鳴するときに顕著な増幅をしめす。この効果を利用することで混合物質中の目的物質を選択的にキャラクタリゼーションする等、赤外分光では不可能な高度な観測が可能である。

設備紹介 (inVia Reflex)

担当) 賣市 幹大



メーカー：RENISHAW

型式：inVia Reflex

導入年度：平成21年度

(主な仕様)

レーザー	波長	488, 532, 633, 785 nm
分光器	分光器	シングルモノクロメータ (f=250 mm)
	分解能	1 cm ⁻¹
	測定範囲	100 ~ 3200 cm ⁻¹
検出器	CCD	Back-illuminated deep-depletion (578 × 386 Channel)
顕微鏡	顕微鏡	Leica 製 (アダプター使用により Mitutoyo 社製長作動距離対物レンズ使用可)
	対物レンズ倍率	5, 10, 20, 50, 100
	空間分解能	1 μm (lateral), 2 μm (depth) (×100)
冷却器	冷却方式	ヘリウム連続フロー (試料室は真空)
	温度領域	4 ~ 350 K

特徴

本装置は近赤外から紫外に近い領域までの複数の励起レーザーを装備し、多数の励起光を駆使した共鳴ラマン測定が可能である。特に、最新のCCDカメラの採用により、近赤外励起光を利用する蛍光を回避しながらのラマン観測が効率化され、従来のラマン測定は難しいとされてきた発光性クロモファーを含む多くのバイオ系試料なども取り扱うことができる。ユニークな共焦点光学系により低背景雑音と高感度とが両立され、高い空間分解能を生かし2次元あるいは3次元マッピング測定も可能である。最大の特徴は波長校正、光路調整等の多くの作業がすべて自動化されたユーザーフレンドリーな操作環境にあり、装置操作の習熟に時間を費やすことなく有効なデータを素早く収集可能である。

測定方法

信号検出は実体顕微鏡を通じた後方散乱配置で行う。顕微鏡観測できる物質は形態を問わず試料として用いることができるが、散乱光が拡散されにくい平坦な面を持つ試料が有利。低温測定には熱伝導型の光学クライオスタットを使用する。試料空間を脱気するため揮発性試料の測定はキャピラリーに封じるなどの利用者による工夫が必要。

超伝導磁石付希釈冷凍機

概要

希釈冷凍機とは、 ^3He と ^4He を混合するときに生じる吸熱効果を利用して、絶対零度 ($-273\text{ }^\circ\text{C}$) 近くまで温度を下げられる機器である。この希釈冷凍機を超伝導磁石に組み込み、有機導体、半導体、超伝導体の極低温における電子物性研究に用いられる。

設備紹介 (Kelvinox 400)

所内専用

担当) 高山 敬史



メーカー：Oxford

型式：Kelvinox 400

導入年度：平成 12 年度

(主な仕様)

最低温度	21 mK
冷却能力	400 μW (100 mK)
最大磁場	15 T (16 T:ラムダプレート使用時)

特徴

- 全自動ガスハンドリングシステム (Kelvinox IGH) の採用により、冷却工程が自動化されている。
- 冷却には、液体ヘリウム 100 ℓ と液体窒素 30 ℓ 程度が必要。また 4、5 日に一度、40 ℓ 程度の液体ヘリウムが必要。

備考

利用は、「希釈冷凍機の使用経験があり、セルやプログラム等の必要な装置の組み込みが行えること」が条件。



低温冷媒の供給施設

概要

低温冷媒の供給施設は明大寺地区、山手地区それぞれにあり液体ヘリウム及び液体窒素を供給している。明大寺地区、山手地区のヘリウム液化機は順調に稼働しており、両地区における液体ヘリウムの供給体制は確立され、現在も安定した供給を維持している。

設備紹介（明大寺地区極低温施設）

所内専用

担当) 高山 敬史



(1) 液体ヘリウム関係

- (a) 液体ヘリウム自動供給装置×2
(うち1台はセルフ供給用)

(b) ヘリウム液化機

メーカー：Kaeser

型 式：DSDX302

導入年度：平成 23 年度

(主な仕様)

液化率	187 ℓ/hr (純ガス、液体窒素使用時)
消費電力	3 kW

(c) 液化圧縮機

メーカー：Linde

型 式：L280

(主な仕様)

消費電力	160 kW
------	--------

(d) その他

(主な仕様)

液体ヘリウム貯槽	4000 ℓ
回収圧縮機	40 Nm ³ /hr、50 Nm ³ /hr
ガスバッグ	40 m ³
ガスホルダー	50 m ³
長尺カードル	60 m ³ × 36、75 m ³ × 25
バッファータンク	10 m ³ × 2

(2) 液体窒素関係

液体窒素自動供給装置×4

(うち1台は UVSOR 利用者専用)

特徴

ヘリウム液化機の心臓部である膨張タービンの効率が良くなり、液体窒素予冷が無くてもヘリウムの液化ができる最新のシステム構成となっている。また、液化圧縮機の省エネ化が進み製造時におけるランニングコストも減少した。

現在は、液体窒素予冷無しの運転をメインに行っており、60 ℓ/hr の液化率を維持している。

7. 所有設備紹介

設備紹介（山手地区極低温施設）

所内専用

担当) 水川 哲徳



(1) 液体ヘリウム関係

(a) 液体ヘリウム自動計量装置

(b) ヘリウム液化機

メーカー：Linde

型式：TCF-20

導入年度：平成 16 年度

(主な仕様)

液化率	42 ℓ/hr (純ガス、液体窒素使用時)
消費電力	1.5 kW

(c) 液化圧縮機

メーカー：Kaeser

型式：OSD171

導入年度：平成 16 年度

(主な仕様)

消費電力	90 kW
------	-------

(d) その他

(主な仕様)

液体ヘリウム貯槽	5000 ℓ
回収圧縮機	40 Nm ³ /hr × 2
ガスバッグ	35m ³ 、28m ³
長尺カードル	75 m ³ × 50
バッファータンク	6 m ³

(2) 液体窒素関係

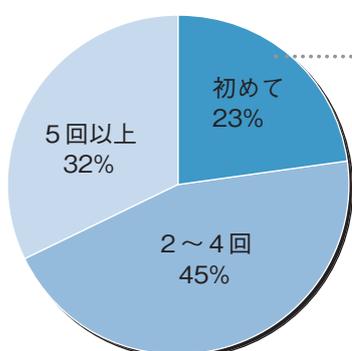
液体窒素自動供給装置 × 2

所外利用者アンケート報告

平成 26、27 年度に施設利用申請を頂きました方を対象に、アンケートを実施いたしました。お忙しい中ご協力頂き、ありがとうございました。

回答数 62 件、配布数 111 件（回収率 56%）

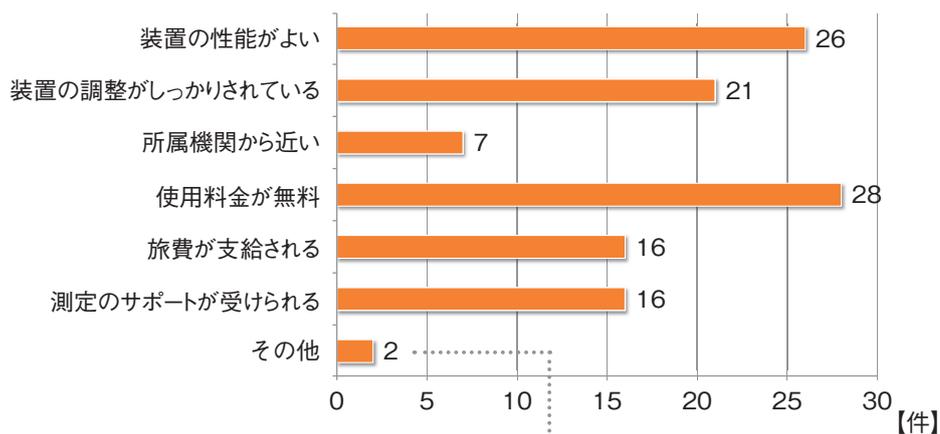
Q1. 機器センターの施設利用（ナノプラットを含む）に申請したのは何回目ですか？



どこで知りましたか？

- 分子科学研究所または機器センターのホームページをみて（3件）
- ナノプラットフォームのホームページをみて（2件）
- 大学連携研究設備ネットワークのホームページをみて（1件）
- 知人から聞いて（5件）
- 機器センターたよりをみて（0件）
- 以前分子科学研究所に所属していたので知っていた（2件）
- その他（1件）

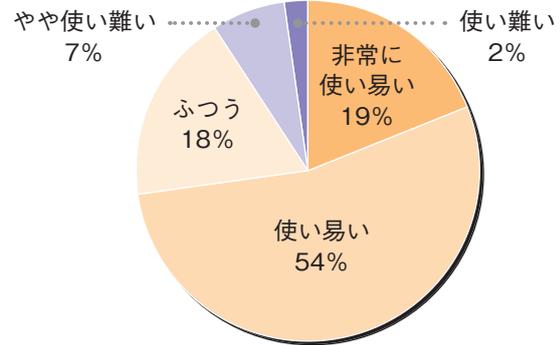
Q2. 当センターの施設利用を利用した理由を2つまで選んでください。



- 所属機関に装置が無い
- UVSOR での測定と並行可能

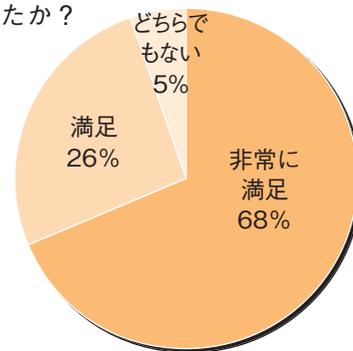
Q3. 予約システムは使い易かったですか？

• 非常に使い易い	11件
• 使い易い	31件
• ふつう	10件
• やや使い難い	4件
• 使い難い	1件
• 利用しなかった	5件



Q4. 寒剤(液体窒素・液体ヘリウム)の供給体制はどうでしたか？

• 非常に満足	26件
• 満足	10件
• どちらでもない	2件
• やや不満	0件
• 不満	0件
• 利用しなかった	24件

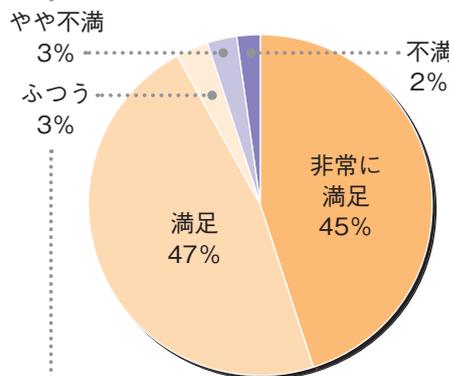


Q5. 共同利用機器の利用に満足できましたか？

• 非常に満足	28件
• 満足	29件
• ふつう	2件
• やや不満	2件
• 不満	1件
• 利用しなかった	0件

• 【電子顕微鏡】 高分解能透過型電子顕微鏡 (TEM) / JEOL JEM-3100FEF 2015年夏に故障したとの連絡を受けました。課題遂行にはTEMが必須なので、是非とも早期復旧させて頂ければ幸いです。

• 【ピコ秒レーザー】 Millennia-Tsunami, TITAN-TOPAS レーザーが安定するまでに時間がかかるため、朝から夕方まで予約をしても、良いデータを得るためには実質的には午後1時以降の時間しか使えない。



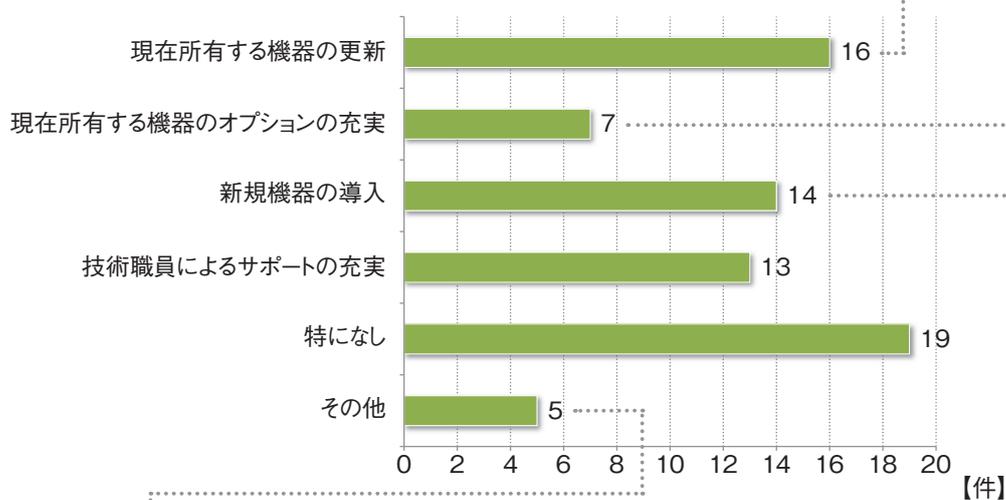
• 【電子スピン共鳴装置】 Bruker E680 使用者の問題もあるかもしれませんが装置のトラブルが多いです。装置も古くなってきており、また同類の機器でもトラブルは多いので仕方ないと思うのですが、測定用の共振器などは一種類 (Q, W) しかないため、共振器のトラブルだけでも数か月の実験停止になります。メインの機器は別として測定用共振器などは予備を用意していただけますと研究が進むのですが。

• 【熱分析装置】 MicroCal iTC200 機器が不調との連絡を受け、使用が延期になっています。

Q6. 今後の機器センターに期待することを教えてください。具体的にあれば装置名なども記入してください(複数回答可)。

- 【電子顕微鏡】 高分解能透過型電子顕微鏡 (TEM) /JEOL JEM-3100FEF (3件)
- 【単結晶 X 線回折装置】 微小結晶 / Rigaku MERCURY CCD-3 (3件)
- 【電子スピン共鳴装置】 Bruker E680 (2件)
- 【電子顕微鏡】 低真空分析走査電子顕微鏡 (SEM) /Hitachi SU6600
- 【単結晶 X 線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-1・R-AXIS IV
- 【単結晶 X 線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-2
- 【粉末 X 線回折装置】 Rigaku RINT-UltimaIII
- 【熱分析装置】 TA Instruments TGA2950/ SDT2960/ DSC2920
- 【電子分光装置】 Omicron EA-125
- 【ピコ秒レーザー】 Millennia-Tsunami, TITAN-TOPAS
- 【ナノ秒レーザー】 フッ素系エキシマーレーザー / Compex110F

- 【電子スピン共鳴装置】 Bruker E500 高温オプション
- 【電子スピン共鳴装置】 Bruker E680 Q-band・W-band 共振器
- 【電子顕微鏡】 高分解能透過型電子顕微鏡 (TEM) /JEOL JEM-3100FEF selected area electron diffraction
- 【電子顕微鏡】 低真空分析走査電子顕微鏡 (SEM) /Hitachi SU6600
- 【蛍光分光光度計】 HORIBA SPEX Fluorolog 3-21 クライオスタット
- 【顕微ラマン分光装置】 RENISHAW inVIA Reflex
オイルレスターボポンプ
クライオスタットの更新



- DSC などの更新。
- データ処理の仕方等の講習会を開いて頂けたら嬉しいです。
- グローブ box への循環装置導入。
- TEM の早期復旧。

- Quantum Design 社製 PPMS (DynaCool 型、EverCool II 型含む) (4件)
熱容量オプション、サーマルトランスポートオプション
- 単結晶 X 線解析装置 (4件)
分解能可変 X 線集光ミラー & 湾曲イメージングプレート
HPAD 検出器
RAPID II (Cu 線源)
- mm-wave EPR (2件)
- (近赤外) 蛍光寿命測定装置 (2件)
- MPMS3
- 薄膜評価用 X 線回折装置 Rigaku SmartLab
- メスbauer分光装置
- 動的散乱測定装置

Q7. その他ご要望やご意見がありましたら、自由にお書きください。

- 今後ともよろしく申し上げます。
- いつも大変お世話になり、ありがとうございます。
- 測定を始めてからはweb申請など比較的使いやすかったですが、測定開始までの事務的な手続きが煩雑だった気がします。始めの課題申請、装置の予約システム、宿泊予約が全て異なるIDとパスワードからなるので分かりにくい気がしました。
- 装置利用料無料・旅費支給のサービスは大変ありがたいです。さらに欲を言うような感じで申し訳ありませんが、装置の測定に使用する消耗品（試料管）の支給、または、そのような消耗品が購入できるグラントが僅かでもあれば、大変助かります。
- 現在分子研に設置されているESR装置群は、BrukerE500とBrukerE680の組み合わせによりX-band (9GHz)、Q-band (35GHz)、W-band (95GHz) 測定が可能な共同利用施設である。また、測定温度調整と超伝導マグネット冷却に必要な液体ヘリウムの供給状況も極めて良い。このような研究環境を維持し、異なる3周波数ESR測定をシームレスに行える施設は、世界的にも数えるほどしか存在しない。世界的なESR（磁性）研究拠点としてのポテンシャルを維持するためにも、装置の整備と更新を進められることを期待する。
- TEMの利用を再開して欲しい。
- 地下の実験室では、携帯電話の電波が届かず、所属大学等からの緊急連絡に対応できません。また、地下ではwifi等のネットワークも利用できません。外来者用のLAN接続サービスがあるものと思いますが、場所によっては有線での接続ができず無線LANが便利です。以上の点、もし改善できるのであれば利便性向上につながると思います。
- 事前に測定サンプル等の相談にも対応していただき、測定結果も丁寧に分かりやすく説明をいただき、初心者にもとても利用し易い環境でした。旅費サポートを申請してよいのかどうかかわからず、初めてだったこともあり自分の研究費で行きましたが、機械の担当者からの受付受領メールには旅費申請をしてくださいとあり、大変親切だと感じました。ありがとうございました。初めて行く場合迷路であり、部屋の掲示をわかり易くし、数も増やしていただければと思います。初めてでなくても時々しか行かない場合や新しい部屋へ行く場合に迷路になります。特に携帯が通じない場所には必要だと思います。
- いつもご支援いただきお礼申し上げます。恐縮ながら要望を記します。機器センター（極低温棟？）は老朽化もあり、雰囲気は暗く分子研のイメージに全く合いません。控室は夏暑く、冬寒い為居場所に苦勞致します。女子トイレがないことから女学生には苦勞を強いています。各種マグネットを付した装置が地下に設置されていますが、うす暗くオイル臭くポンプの音でうるさく、環境は極めて悪いです。建屋の更新と環境の改善を希望致します。最高スペックに近い各種装置が公開されていますが、キャピラリーを用いた粉末X線回折(RINT UlitimaⅢでは解析に耐えるプロファイルが得られない)、及び薄膜のX線回折(デバイス構造を利用した科学、あるいは二次元電子系物質に有用)、磁場下での電気抵抗率測定(広く物性分野に必要不可欠)、嫌気性物質を扱えるアルゴングローブbox(電池関係、アルカリ金属化合物に必須)が導入されますと、新たな分野からの利用者を発掘することができると思います。ご検討いただけますと幸甚です。

- いつもすばらしい環境で、大変助かっております。難しいかもしれませんが、申請がもう少し簡略化すれば利用者も増えると思います。
- TEMが2015年夏に故障したとの連絡を受けました。課題遂行にはTEMによる像観察が必須なので、是非とも早期復旧させて頂ければ幸いです。
- いつもサポートして下さる所員の方には大変感謝しております。ただ担当者がすぐに対応できない場合もあり、所員の方のご負担の低減の観点からも、できるだけ使用者が自分で操作できるような体制、メンテナンスフリー的な分析機器を導入いただければ、時間の効率性からありがたいです。たとえばQ5のレーザーは調整に熟達してないと使えませんが、現在はオールインワンでPC操作だけで安定したビームが得られる機種が出ています。
- 装置の指導やサポートをしていただき、また高性能な装置を無料で使わせていただくことで研究が進み、大変助かりました。
- 【電子スピン共鳴装置】 Bruker EMX Plusをもっと簡単に使わせていただけると嬉しいです。使い方が難しいのは、装置メーカーの問題かもしれません。使ったことがないのでよく分かってません。藤原様大変お世話になっております。サポートは、メールや電話などの応答も早く、パーフェクト。
- 今後ともよろしくおねがいいたします。
- 二回ほどITCを使う直前に故障したことがあります。修理に通常数週間がかかるとのことなので、代用できる装置があれば助かります。
- メンテナンスをきちんとしていただいているので、非常に使いやすいです。ありがとうございます。最近時々プログラムやパソコンがフリーズします。立ち上げなおせば回復しますが、ケーブルの不具合か、パソコンの更新時期かもしれません。
- 大変ありがたく使用させていただいています。分子研のW-band EPRはかなり初期に導入されたように思いますが、初期モデルであるがゆえにアンプ出力などが弱くW-bandとして世界に対抗するには現状では力不足でアップデートが必要かと思えます。また世界ですでにmm-waveのEPRの時代に入っています。日本はすでに立ち遅れている感もあるのですが、今後も日本における分子研の役割は大きいかと思えます。
- 測定するために分子研を訪れた際に、機器の不調のため予定通りの実験データが得られなかった場合には、再度出張するための旅費等の費用を支出していただけるように配慮してほしい。
- 装置メンテナンスや技術職員の方のサポートがしっかりしていて、いつも大変感謝しながら利用させていただいております。使用料金が無料で新規物質の分析評価に積極的に取り組むことができる点も非常にありがたく、今後もこの施設利用形態が継続されることを願います。
- 測定サポートの面でも大変助かっています。今後ともよろしくお願い致します。
- 安定性の低い生物系の試料の場合、前日に調製して当日に持参し、測定を行う訳だが、2日目以降の測定では試料の劣化によって測定ができなくなる場合がある。このような時、現地である程度、簡便な試料調製ができるような場所があれば、その場で調製し、測定することにより、よい結果が得られると予想される。従って、遠心分離機や精製用のカラムシステム等の生化学的な機器類があると研究の進展に役立つと思われる。

- X線回折実験を行った際、実験のほとんどの構造がうまく解けなかったことがあり、装置担当者にも聞いたが、原因が不明であった。その次の施設利用の際は、構造が解けたのだが、データにならない回があるのは困る。
- 電子顕微鏡JEOL JEM-3100FEFが昨年度に続き、故障した状態が続いているため、修理をお願いしたい。
- SQUIDのみの使用でありましたが、設備の調整が行き届いており、感謝申し上げます。来年度以降もSQUIDを使用できるように申請しております。今後も宜しく願い申し上げます。
- 今後ともナノテクノロジープラットフォーム事業を続けていただきたいと思います。
- いつも丁寧にサポートして頂き、ありがとうございます。
- 施設を利用した理由が2つまでとなっているので選択できませんでしたが、ヘリウム利用も無料で、かつ旅費まで支給をして頂き、いつも大変助かっております。技術職員様からの実験の支援も充実しております。後は、解析ソフトが優れているブルカー製のX線回折装置の導入や、ポンプ等、消耗する備品の更新が行われれば幸いと存じます。今後とも何卒よろしくお願い申し上げます。
- 丁寧にご対応頂き、測定結果は有意義に利用させて頂きました。また機会がありましたら利用させて頂きたいと思えます。
- 現在論文を2編投稿中です。結果がわかりましたらご連絡します。
- 試料詰め替え用の残存酸素濃度1ppm程度のグローブボックス。低温センター2Fの物にガス循環装置を付ければ可能かもしれない。控室に、簡易ベッドにもなる汚れに強いソファの設置。（実験の待ち時間、仮眠等で使いたい時があります。）

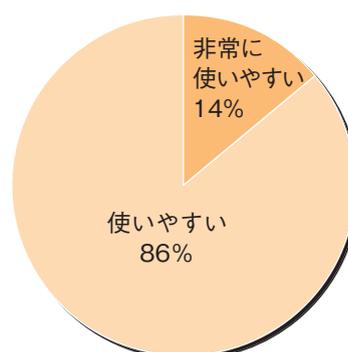
所内利用者アンケート報告

分子科学研究所の方を対象に、アンケートを実施いたしました。お忙しい中ご協力頂き、ありがとうございました。

回答数 15 件、配布数 34 件（回収率 44%）

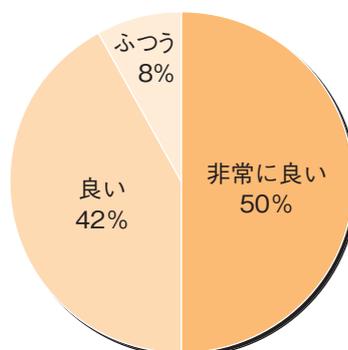
Q1. 予約システムは使い易かったですか？

・非常に使い易い	1 件
・使い易い	6 件
・ふつう	0 件
・やや使い難い	0 件
・使い難い	0 件
・利用しなかった	8 件



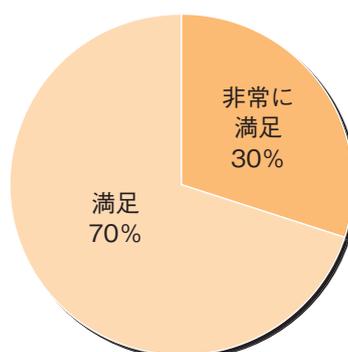
Q2. 寒剤(液体窒素・液体ヘリウム)の供給体制はどうでしたか？

・非常に使い易い	6 件
・使い易い	5 件
・ふつう	1 件
・やや使い難い	0 件
・使い難い	0 件
・利用しなかった	3 件



Q3. 共同利用機器の利用に満足できましたか？

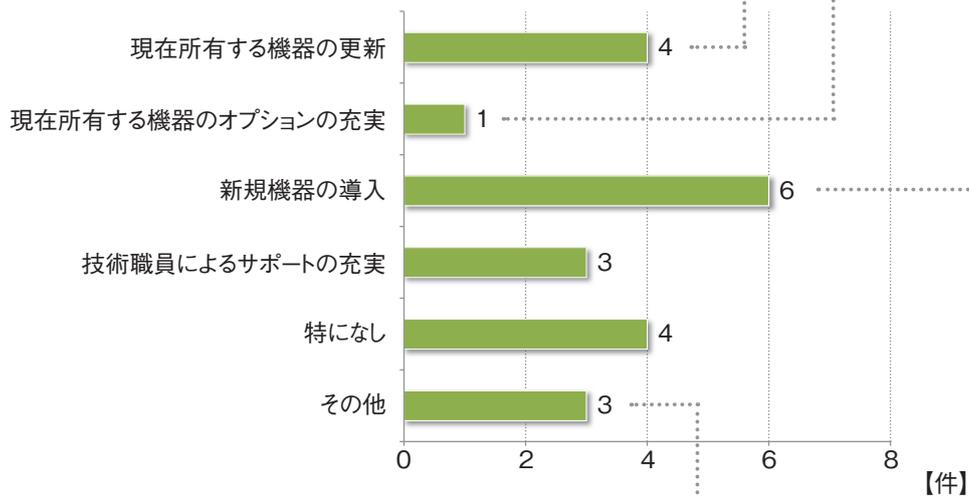
・非常に使い易い	3 件
・使い易い	7 件
・ふつう	0 件
・やや使い難い	0 件
・使い難い	0 件
・利用しなかった	5 件



Q4. 今後の機器センターに期待することを教えてください。具体的にあれば装置名なども記入してください(複数回答可)。

- 【円二色性分散計】 JASCO J-720WI
- 【電子スピン共鳴装置】 Bruker E680
- 【電子顕微鏡】 集束イオンビーム加工機 (FIB) /JEM-9310FIB
- 【粉末 X 線回折装置】 Rigaku RINT-UltimaIII

- 【核磁気共鳴装置】 Bruker AVANCE600
4mm 試料管 H-X 二重共鳴 MAS プローブ



- (一般論として) 主任研究員による研究動向調査
ならびに装置整備・導入

- 単結晶 X 線解析装置 (2件)
タンパク質結晶構造解析用
ハイブリッドピクセル検出器搭載 XtaLAB P200
- 粉末、薄膜、小角散乱に対応できる X 線回折装置
(Rigaku、Bruker、Panalytical などの最新機器)
- Bruker E780
- 動的光散乱装置 (DLS)
- Biacore T200

Q5. その他、ご要望やご意見がありましたら自由にお書きください。

- 可能であれば、（自分以外の場合）予約ページに予約者が誰か分かると良いです。なにかトラブルがあったときに連絡や伝言が出来るので。
- 本年度から寒剤と粉末X線解析装置を使い始めましたが、非常に丁寧に説明していただいたので問題なく活用させていただいております。ありがとうございます。
- 主に寒剤を利用させていただきました。ありがとうございました。
- 超高速デジタルオシロスコープ（数10GHz）がときどき必要になりますが、高価だし常時使うわけではないので、現状は、デモ品を借りて使わせてもらったりしていますが、何度もというわけにはいかないので、貸し出し用機器として導入していただけるとありがたいです。ただし高価だし、次々と新しく高性能なものが出てくる可能性もあるので、購入するよりはレンタルとかリースとか工夫が必要かもしれませんね。
- 今年も液体ヘリウムの利用では大変お世話になりました。
- Q4で回答したFIBについては、現有装置では機能が極めて限られ、微細加工用途での使用が限定されるので、可能であれば更新もしくは新規導入していただけると助かります。
- この様なアンケートだけではなく、技術職員の方々と研究内容に関して話し合う機会が増えると、共同利用機器のサポート面やオプションの充実に繋がると思います。

一般公開2015

10月17日（土）分子科学研究所一般公開が開催され、過去最高の2600名以上にご来場いただきました。機器センターでは、「液体ヘリウムを観察してみよう」、「走査電子顕微鏡で自分の髪の毛を観察してみよう！」をテーマに実演、展示を行いました。



「液体ヘリウムを観察してみよう」

分子科学研究所一般公開史上、初めての企画として液体ヘリウムを使った実験を公開することになりました。

液体ヘリウムといえば、超電導マグネットを使用した実験装置に使われる寒剤の代表的な物質ですが、最近では、液体ヘリウムの実験に用いられるクライオスタットは金属製のものが主流となり、日常的に使用する研究者でさえも液体ヘリウムを直接観察したことがある人は、ほんの一握りといった状況です。

今回は、実験装置であるガラスデュワー瓶の製作が間に合わなかったため、東京大学物性研究所より実験装置を借り受けて、一般公開に望みました。実験の予行演習では、何の問題もなくガラスデュワー瓶に充填した液体ヘリウムを真空ポンプで減圧することができ、超流動状態へと変化した液体ヘリウムを使って図1に示したような実験を行うことができました。ところが、一般公開当日を迎えて予行演習通り実験が成功するものと確信していましたが、ふたを開ければ超流動実験は失敗に終わりました。当日の実験を楽しみに来ていただき、かつ現象の観察に期待をしてくださった来所者の方々には、

非常にご迷惑をおかけして本当に申し訳ありませんでした。この場をお借りして、お詫び申し上げます。

さて、実験が失敗した理由はいったい何だったのでしょうか。それは、真空断熱の不良が主な原因でした。ご存じの通り、液体ヘリウムは -269°C という極低温で液体として存在するため、周囲の熱による影響が著しく、その熱をできる限り遮断するために真空による断熱が必要不可欠となります。特にガラス製のクライオスタットは熱伝導が悪いために、金属製よりもクライオポンプ効果が望めずに、断熱を目的とした真空は規定値より更に下げないとその効果は得られません。このような理由により、当日は、超流動ヘリウムの状態まで観察することはできなかったわけですが、ガラスデュワー瓶に溜められた液体ヘリウムは何とか直接観察すること

液体ヘリウムを観察してみよう

ヘリウムの噴水

はじめに
液体ヘリウムは不思議な液体です。
4.2Kで液体となり、
そこから温度をどんどん下げると、
約2.17K以下で、超流動という粘性のない液体
に変わります。
このことを覚えておいて……

この装置のポイントは、アルミナの粉を詰めてある部分です。
この部分は、超流動は粘性がないので、スイスイ通過できますが、
超流動ではなくなると粘性が出てくるので、逆戻りできない
フィルターとなっています。

そこで
黒い部分に光を当て
温度を高めることにより
超流動ではなくなる部分
を作ってやります。

すると
熱平衡を保つため、周りの
低い温度の超流動の液体
が、フィルターを通過して黒い
部分に入ってきますが、
超流動ではなくなった液体
はフィルターを逆戻り出来
ないので、どんどん密度が
高くなり、上部の穴から噴
水となって飛び出ます。

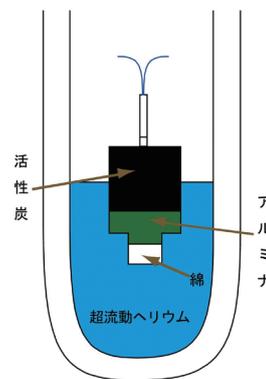


図1 液体ヘリウムを観察してみよう

はできました。前向きにとらえれば、この世の中で一番冷たい液体を見るといった貴重な体験ができたことと思います。

次回の一般公開では、この失敗を踏まえて、是非とも超流動実験成功に向けてリベンジしたいと思います。

「走査電子顕微鏡で自分の髪の毛を観察してみよう！」

顕微鏡といえば、小・中学校で使ったことのある光学顕微鏡を思い浮かべる方がほとんどですが、研究の現場では電子顕微鏡もよく利用されます。光でモノを見る光学顕微鏡に対して、電子顕微鏡は電子でモノを見ることで数十万倍にも拡大することができます。

当日は、お越し頂いた方に髪の毛を一本提供していただき、その表面を走査電子顕微鏡により500～1500倍で拡大観察し、写真サイズに印刷してお持ち帰りいただきました。

髪の毛の太さや表面組織（キューティクル）の様子は指紋の様に個人差があります。予行演習では、大峯所長をはじめ小杉教授や女性職員、赤ちゃんや飼い猫など、ご提供いただいた髪の毛を観察しましたが、UVSORの田中准教授の髪が、女性の髪よりも細く、組織が緻密で非常

に美しい事が分かり、周囲を驚かせました。

当日最初のお客様は小学校低学年の男の子でしたが、坊主頭で髪の毛を採取するのに手間取りました。その他、ひげ、眉毛、白髪と黒髪のどちらも、など見たい物は人それぞれでした。目で見えない自分の髪の毛の様子を見るだけでなく、お連れの方などと比べて楽しんでいる様子も見られました。他に室内では、操作画面をそのまま写すモニターを設置したり、髪の毛以外の観察分析例や装置そのものを紹介するポスターを掲示したりしました。装置や日常業務について関心を示される方もいらっしや、ご質問いただく事もありました。

部屋が地下一階にあり、他の会場とは離れていたにも関わらず、多くの方にお越しいただきました事にお礼申し上げます。公開時間を一杯に使い約200人分の観察をしましたが、受付から1時間以上後に印刷を受け取りに来ていただくことになったり、終了時間までに対応しきれないために受付できなかつたりと、ご迷惑をおかけしました事をお詫び申し上げ、今後の改善点したいと思います。

それでは、3年後に再び、お目にかかりましょう。



図2 走査電子顕微鏡で自分の髪の毛を観察してみよう！

銅水酸化物を舞台にした新規磁性物質の探索

名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科 藤田 渉

1. はじめに

銅水酸化物 $\text{Cu}_x(\text{OH})_y\text{A}\cdot z\text{H}_2\text{O}$ (A = アニオン) は、構成イオンの比率やアニオンAの種類により、多様な結晶構造を有する [1]。代表的な銅水酸化物Azurite $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ は深い青色を呈し、顔料として用いられている。組成が少しだけ異なるMalachite $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ も顔料であるが、Azuriteとは構造が異なり、鮮やかな緑色である。この物質群は身近に存在し、10円玉や自由の女神の淡い緑色の錆にも含まれる。銅水酸化物部位とアニオンAとの組み合わせは無数であることから、未知の構造を有する誘導体は多数あると考えている。

銅水酸化物に関する、本研究のきっかけとなる1報の論文 [2] を偶然見つけたのが、平成6年春、博士課程に進学したときで、もう20年以上前になる。銅水酸化物の銅イオンは+2価であり、不対電子をひとつ持つことから磁性を示すことが期待されるが、当時はまだ、この物質群の系統的な磁性研究は十分に行われていなかった。この物質群の特性を引き出し、有用な性質を見つけるには、多様な構造を有する有機アニオンを用いればよいと考えた。博士課程在学中は、いろいろな種類がある銅水酸化物のうち、層状構造を持つBotallackite $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ [3] に着目した。この物質の塩化物イオンを、様々な有機アニオンに置き換えた層間化合物を合成し、それらの磁氣的性質を調べた。その結果、有機アニオンの構造や配列様式に依存して、水酸化銅層の磁氣的性質が劇的に変わることを見いだした [4]。

物性研究に限ったことではないが、試料の構造同定は必須である。当時、X線構造解析用の結晶作成に何度もトライしたが、失敗に終わり、構造を明らかにすることはできなかった。そのため、磁気測定に用いたサンプルの純度にも疑

間が残ったままであった。

その後、博士号を取得してから、平成26年春に現所属に異動するまでは、主に有機ラジカルの磁性研究を行っていた。再び銅水酸化物に本格的に着手したのは、現所属に有機物の合成研究を行うために必要な設備がなかったからである。現所属でなければ、この物質群に対して本腰を入れて取り組むことはなかったと思う。現所属から分子研まで1時間で通えることも幸いであった。また最近、磁性分野では、銅水酸化物が示す物性現象に関する成果 [5] に注目が集まっていたことも大きな動機となった。

そして、ごく最近になって、様々な有機アニオンを有する銅水酸化物を非常に簡単に調製できる方法を見つけた。本稿では、新規磁気機能発現の可能性を秘めている銅水酸化物の単結晶作成法を、研究背景と併せて紹介する。

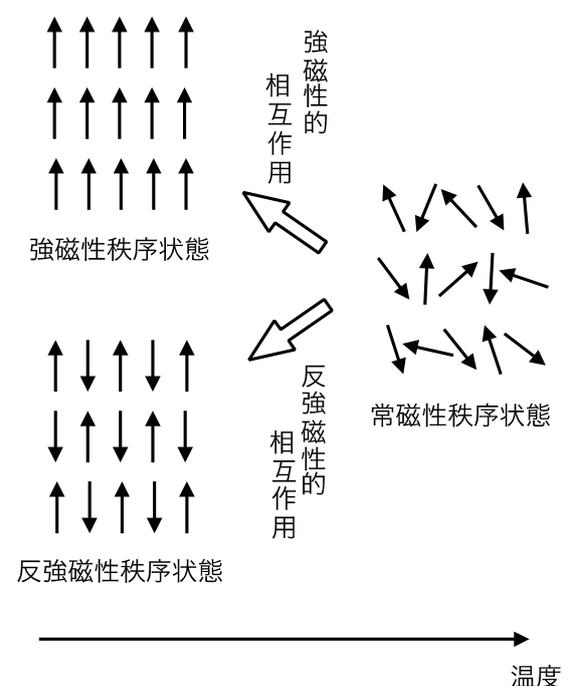


図1 物質内部における磁気モーメント (↑) の配列と磁氣的状態。

2. 物質の磁氣的性質

まず、物質の磁氣的性質について、簡単に触れておく[6]。磁性と言え、磁石を連想する人が多いと思うが、図1に示すように、それ以外にも磁性体内部に存在する磁気モーメントの配列の仕方に応じて、様々な状態がある。磁石はいくつかある状態のうちの1つの状態である。

磁気モーメントの源は不対電子であり、通常の磁性体では遷移金属イオンがこれを担っている。磁性物質の内部では、遷移金属イオンは配位子または原子によって架橋されている。このとき、配位結合を介して隣り合う遷移金属イオン上の磁気モーメントの向きが平行に整列しようとする力か(強磁性的相互作用)、または、反平行に揃おうとする力が働く(反強磁性的相互作用)。フントの規則が強磁性的相互作用、パウリの原理が反強磁性的相互作用にそれぞれ対応していると考えればよい。どちらの相互作用がどのくらいの強さで働くかは、遷移金属イオン間の配位子の種類、結合距離、結合角など、構造によって決まる。つまり、磁性体の性質は結晶構造に依存する。

磁性体の性質は温度にも依存する。磁気モーメントの向きが、温度に比例したエネルギーを持って、ランダムに運動しているためである。図1に示すように、高い温度、すなわち、熱運動が磁氣的相互作用よりも上回るときは、磁気モーメントはランダムな方向を向いた常磁性状態となる。温度が低くなり、磁氣的相互作用が熱運動を上回ると、ある温度で相転移を起こし、磁気モーメントの向きは規則正しく並ぶ。強磁性的相互作用が働く物質では磁気モーメントがすべて同じ方向に揃った強磁性秩序状態になる。このとき、磁性体内部には大きな磁化が生じ、磁石の性質が現れる。逆に、磁石を転移温度以上に加熱すれば、常磁性状態となり、磁石でなくなる。例えば、非常に強力なネオジム磁石は310℃以上で、鉄は1316℃以上で常磁性

状態となる。反強磁性的相互作用が働く物質でもある温度で相転移を起こし、常磁性状態から磁気モーメントが反平行に規則正しく並んだ反強磁性秩序状態となる。

3. 三角格子と幾何学的フラストレーション

層状構造を有する銅水酸化物Botallackite $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の構造を図2(a)に示す[3]。銅イオンは酸化物イオンと塩化物イオンの作る八面体の中心に存在し、八面体同士が稜を共有して二次元のシートを形成する。銅イオン間には水酸化物イオンまたは塩化物イオンを介して、磁氣的相互作用が働き、図2(b)のような二次元三角格子磁気ネットワークを形成する。銅イオン間に反強磁性的相互作用が働く場合、図2(b)右上に示すように、1つめと2つめの磁気モーメントを反並行に並べると、残りの1つを別の2つと同時に反並行に並べることができなくなる。つまり、すべての磁気モーメントを反平行に並べることが不可能になる。その結果、反強磁性秩序が抑制される。これを幾何学的フラストレーションという[7]。幾何学的フラストレーションを示す磁気ネットワークには、カゴメ格子(図2(c))やダイヤモンド鎖格子(図2(d))なども知られている。

このような構造的特徴を持つ磁性体は、低温で「量子スピン液体状態」という新規の磁氣的状態を取ることが古くから予測されている[8]。図1に示した物質の磁氣的状態を物質の三態に例えると、常磁性状態は気体状態に相当し、磁気秩序状態は結晶状態に相当する。液体状態に相当する状態が磁氣的状態にもあると考えられている。遷移金属イオン間に強い磁氣的相互作用が働いているにも関わらず、絶対零度でも磁気モーメントが整列できず、量子力学的に揺らいでいる状態がそれに相当し、量子スピン液体状態と呼ばれている。量子スピン液体状態は、高温超伝導現象の発現機構に関与していると考えられている[9]。量子スピン液体状態を求め

て、多くの研究者によって物質探索が行われてきたが、明確に量子スピン液体状態が発現した例はまだ多くない。その理由は強磁性状態における自発磁化の出現や超伝導状態におけるマイスナー効果のように、この状態の挙動にはっきりした特徴がないためと思われる。また、技術的に困難な極低温強磁場下の物性実験も必要となる。それに加えて、この状態の出現が特殊な結晶構造に限られ、物質のバリエーションが少ないことも一因である。

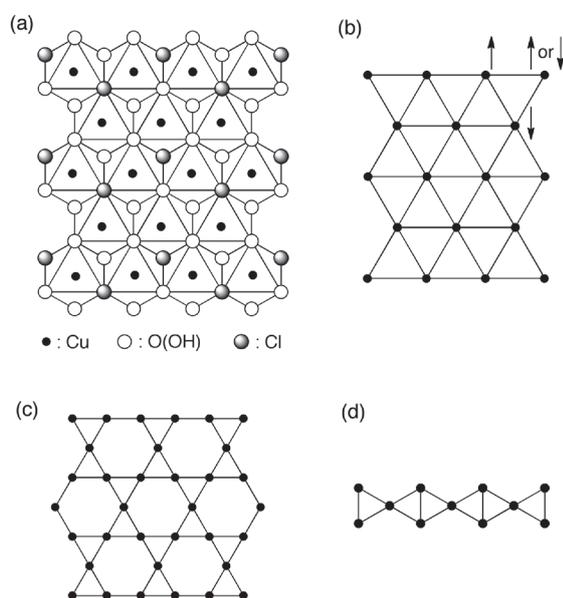


図2 (a) Botallackite $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ の構造. (b) 二次元三角格子. (c) カゴメ格子. (d) ダイヤモンド鎖格子.

銅水酸化物は幾何学的フラストレーションを内在しうる絶好の物質群と考えている。Botallackiteが二次元三角格子構造を有するのをはじめとして、最近では、二次元三角格子構造に似たカゴメ格子ネットワーク構造(図2(c))を有する $\text{ZnCu}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ が海外の研究グループによって合成され[10]、スピン液体状態が確認された。また、天然鉱物のAzurite $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ がダイヤモンド鎖ネットワーク構造[11](図2(d))を有し、低温で量子スピン液体状態に起因する磁場依存性を示すこと

が、福井大学の菊池らによって報告されたことを機に、この物質群にますます関心が高まっている。

4. 加水分解と銅水酸化物の単結晶育成

銅水酸化物 $\text{Cu}_x(\text{OH})_y\text{A}\cdot z\text{H}_2\text{O}$ の結晶は水熱合成によって合成されるが、Aとして小さな無機イオンを含む誘導体に限られていた。この物質群は多種類あるものの、単結晶育成に成功した報告例は非常に少なく、ほとんどが構造未知である。銅水酸化物は常温では水に対して不溶であり、水熱合成では、耐圧容器に試料を封入し、100℃以上の水に無理矢理溶解し、温度を下げることで結晶を育成する。博士課程在籍の頃、Aとして有機アニオンを含む銅水酸化物の結晶育成を水熱合成で試みた。実験スキルが十分ではなかったためか、有機イオンが分解したり、酸化銅や金属銅が析出してしまい、結晶を得ることができなかった。分解を抑制するには結晶成長を低温で行う必要がある。しかし、低温では銅水酸化物が溶解しないため、再結晶を行うことができないという問題点があった。

博士号取得から10年以上後に、偶然、古い論文[12]を見つけた。その論文には、ギ酸銅 $\text{Cu}(\text{HCO}_2)_2$ と水酸化銅 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ を煮沸すると、淡い青色の固体が生成した、という記述があった。この論文の手法を少し変え、ギ酸銅四水和物のみを蒸留水に溶かした水溶液を、60℃で加温放置してみた。すると、わずか数時間で緑色の板状晶の生成を確認した。ギ酸イオンを含む銅水酸化物 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{HCO}_2$ であった[13]。図3にその生成機構を示す。水中では、ギ酸銅はイオン解離する。ギ酸イオンは加水分解して、ギ酸と水酸化物イオンが生成する。生じたギ酸は水とともに揮発していき、反応系から除かれる一方で、水酸化物イオンは銅イオンと反応する。加水分解反応は適度な速度で進行すると銅水酸化物の結晶が得られる。いまのところ、適切な濃度と温度を選択することで、1辺の長さが5

mm以上のサイズの結晶を酢酸銅水溶液から得ることに成功している。この物質について、結晶構造解析を行ったところ、Botallackite構造に似た二次元三角格子構造であった[13]。

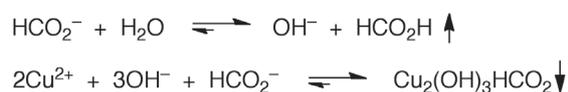


図3 銅水酸化物 $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{HCO}_2$ の生成反応。

他のカルボン酸銅で同様に試したところ、酢酸、プロピオン酸でも相当する有機イオンを含む銅水酸化物の結晶を得ることに成功した[13]。X線構造解析の結果、いずれも二次元三角格子構造であった。吉草酸銅や酪酸銅でも試したが、現所属に着任した当初は、実験室にドラフトがなかったために、悪臭の発生を抑えられず断念した。長いアルカンカルボン酸銅や芳香族カルボン酸銅であれば、悪臭が出ないだろうと思ったが、今度はカルボン酸銅の水に対する溶解度が低くなり、加水分解を行うことができなくなった。今後は、有機溶媒と水とを混合するなどして、カルボン酸銅の溶解度を上げるための工夫が必要である。



図4 1,5-ナフタレンジスルホン酸イオンを含む銅水酸化物の単結晶。

次に有機スルホン酸イオンを試した。理由は有機スルホン酸イオンの銅塩が、カルボン酸銅と比べて、水によく溶けるからである。しかし、有機スルホン酸イオンは加水分解しないため、有機スルホン酸イオンと銅イオン、さらに加水分解用の酢酸イオンを加えて、試してみる

ことにした。その結果、酢酸銅と適当な有機スルホン酸のナトリウム塩を蒸留水に溶かし、適温で放置するだけで、有機スルホン酸イオンを含む銅水酸化物の結晶を得ることができた。図4に1,5-ナフタレンジスルホン酸イオンを含む結晶の写真を示す。放置して間もなく、淡い黄緑色の粉末が生じることがあったが、その場合は口過したのちに、再び適温で口液を放置したら結晶が生成した。現時点では、未発表のものを含めると22種類の有機スルホン酸イオンを含む銅水酸化物の結晶を得ることに成功している。結晶構造解析を行ったところ、二次元三角格子構造の他、ダイヤモンド鎖構造や銅イオンが数個からなるクラスター構造を有する結晶も得られた。また、Aとして無機アニオン(Br^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , $\text{Mo}_7\text{O}_{24}^{6-}$ など)を試したところ、それらを含む銅水酸化物の結晶育成にも適用可能であった。以上のように、いままで、単結晶育成が困難であった様々な銅水酸化物が、原料の水溶液を加温するだけで簡単にできることがわかった。

この加水分解法を銅以外の金属イオン(マグネシウム、亜鉛、ニッケル、コバルト、イットリウムなど)でも試しているが、口紙を通過するような微粉末しか得られず、今のところはうまく行っていない。

5. 最後に

紙面の都合上、今回結晶育成に成功したサンプルの結晶構造と、室温から2 Kまでの磁性データについては、拙著をご参照いただければ幸いである[13]。現時点では、銅水酸化物の単結晶を育成する方法を見つけたにすぎず、この物質群が、宝の山か、ただの錆か、まだわかっていない。本研究の進展は、極低温強磁場下磁気測定、熱容量測定、磁気共鳴測定、中性子散乱実験の結果次第である。今後、さらなる条件検討により、様々な金属水酸化物の構造物性研究を展開し、いずれは量子スピン液体状態が絡

んだ新規物性現象を示す物質の発見に繋がりたいと考えている。

分子研機器センターに初めて訪れ、実験を行ったのが、大学4年生の秋であった。今秋でちょうど四半世紀になる。サンプルを手にし、分子研の入り口の坂を早足で登りながら、早く測定したい、と思う気持ちは昔も今も変わらない。今後も、機器センターがますます発展されることを願っている。

謝辞

本研究は公益財団法人豊秋奨学会と公益財団法人日立金属・材料科学財団の支援のもとに行った。首都大学東京の菊地耕一教授には多くの激励をいただいた。福井大学の菊池彦光教授と藤井裕准教授には磁気物性の解釈で、名古屋市立大学の青柳忍准教授と株式会社リガクの佐藤寛泰博士には結晶構造解析でお世話になった。文科省ナノテクノロジープラットフォーム事業により、磁気測定装置などの実験機器や電子ジャーナルを利用させていただいた。この場を借りて、お礼申し上げます。

参考文献

- [1] <http://www.mindat.org>の銅鉱物を参照。
- [2] S. Yamanaka, T. Sako, M. Hattori, *Chem. Lett.* 35 (1989) 1869.
- [3] R. H. Oswald, Y. Iitaka, S. Locchi, A. Ludi, *Helv. Chim. Acta* 269 (1961) 2103.
- [4] W. Fujita, K. Awaga, T. Yokoyama, *Appl. Clay Sci.* 15 (1999) 281. W. Fujita, K. Awaga, *J. Am. Chem. Soc.* 119 (1997) 4563. W. Fujita, K. Awaga, *Inorg. Chem.* 35, 1915-7 (1996).
- [5] T.-H. Han, J. S. Helton, S. Chu, D. G. Nocera, J. A. Rodriguez-Rivera, C. Broholm, Y. S. Lee, *Nature* 492 (2012) 406.
- [6] 藤田 渉(米澤 徹, 朝倉 清高, 幾原 雄一(編)): 第20章 磁性測定(ナノ材料解析の実際), 講談社(2016).
- [7] C. Lacroix, P. Mendels, F. Mila, eds.: *Introduction to Frustrated Magnetism: Materials, Experiments, Theory*, Springer, 2011.
- [8] P. W. Anderson, *Mat. Res. Bull.* 8 (1973) 153.
- [9] P. W. Anderson, *Science* 235 (1987) 1196.
- [10] M. P. Shores, E. A. Nytko, B. M. Bartlett, D. G. Nocera, *J. Am. Chem. Soc.* 127 (2005) 13462.
- [11] H. Kikuchi, Y. Fujii, M. Chiba, S. Mitsudo, T. Idehara, T. Tonegawa, K. Okamoto, T. Sakai, T. Kuwai, H. Ohta, *Phys. Rev. Lett.* 94 (2005) 227201.
- [12] G. Fowles, *J. Chem. Soc. Trans.* 107 (1915) 1281.
- [13] W. Fujita, *CrystEngComm* 17 (2015) 9193. S. Yoneyama, T. Kodama, K. Kikuchi, Y. Fujii, H. Kikuchi, W. Fujita, *CrystEngComm* 16 (2014) 10385. W. Fujita, K. Kikuchi, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* 86 (2013) 921. W. Fujita, K. Kikuchi, W. Mori, *Chem. Asian J.* 7 (2012) 2830.

硫化銅ナノ粒子の近赤外局在表面プラズモンの 三次光学非線形性

名古屋工業大学 濱中 泰

1. はじめに

金属の表面プラズモンを、さまざまな光デバイスに応用するプラズモニクスが注目を集めている。表面プラズモンが励起されると、著しく増強された電場がナノスケールの空間に局在して発生する。この現象を利用した発光・受光デバイスの高効率化、顕微鏡、単一分子の検出、ナノ光回路、バイオセンサ、ナノ加工などの研究が進んでいる¹。金属を使う場合、表面プラズモンの周波数は可視・紫外光の領域に限られる。しかし、金属よりもキャリア密度が低く、ドーピングによって制御できる半導体を用いれば、原理的にはマイクロ波～近赤外の広範囲周波数の表面プラズモンが実現できる²。

近年、銅カルコゲナイド、酸化タンゲステン、酸化亜鉛、酸化スズ等のナノ粒子に近赤外光領域の表面プラズモンが観測された³。この領域には、「生体の窓」といわれる生体の透過率の高い波長帯や光通信波長帯があり、新しい応用の広がりが期待できる。

表面プラズモンは、金属と誘電体の界面に発生する伝搬型表面プラズモンと金属の微粒子に発生する局在型表面プラズモンに大別される。ここでは局在型表面プラズモンに注目する。

図1に示すように、光の波長よりも十分小さい金属微粒子に光が照射されたとき、微粒子内部の光電場は次式で表される局所電場 E_l となる⁴。

$$E_l = \frac{3\varepsilon_m}{\varepsilon(\omega) + 2\varepsilon_m} E_0 = f_l E_0 \quad (1)$$

$\varepsilon(\omega)$ と ε_m は、金属微粒子と周囲の媒質の誘電率である。局所電場の大きさは局所電場因子 f_l によって決まり、次式を満たす周波数 ω で大きな値をとる。これが局在表面プラズモンの周波数である。

$$\varepsilon(\omega) = -2\varepsilon_m \quad (2)$$

このとき微粒子には大きな分極が誘起され、微粒子の近傍に局在した強い近接場光が発生する。

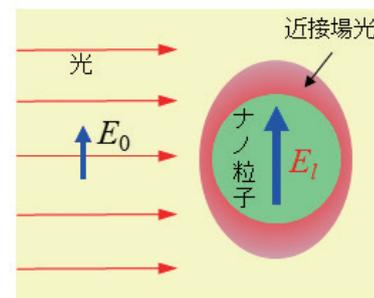


図1 プラズモン増強電場の概念図

金属微粒子を誘電体に分散させた材料は、局所電場増強効果の働きで、大きな非線形光学応答を示すことが知られている。このような材料の三次非線形感受率 $\chi^{(3)}$ は次のように表される⁴。

$$\chi^{(3)} = p|f_l|^2 f_l^2 \chi_m^{(3)} \quad (3)$$

p は微粒子の充填率、 $\chi_m^{(3)}$ は微粒子自身の三次非線形感受率である。この式は、局在表面プラズモンの周波数で強い局所電場が微粒子に印加され、実効的に大きな非線形光学応答が生じることを意味している。

一方、 $\chi^{(3)}$ は局所電場因子を強く反映するので、 $\chi^{(3)}$ を測定すれば局所電場や近接場に関する知見を得ることができる。そこで、筆者らは、非線形光学の観点から、半導体ナノ粒子の局在表面プラズモンの研究をおこなっている。

2. 実験

半導体である硫化銅のナノ粒子を、文献5にしたがって、酢酸銅を還元し硫黄を添加して合成した。硫化銅ナノ粒子の表面にはドデカンチオールまたはオレイルアミンが配位しており、そのアルキル基の性質によりナノ粒子は非極性溶媒によく分散する。

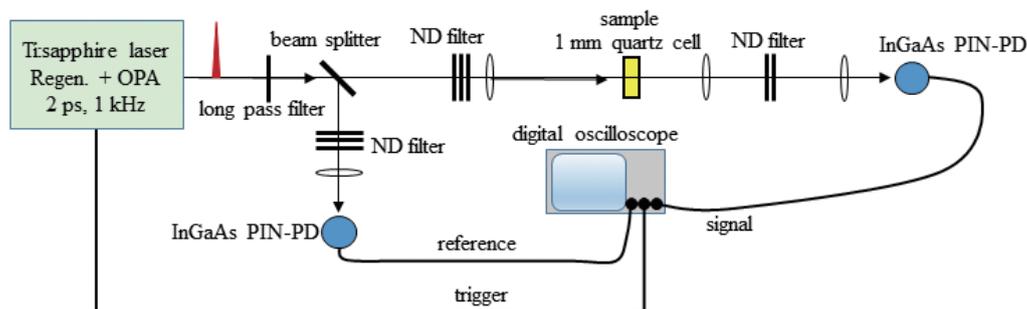


図2 三次非線形感受率の測定系の概略図

機器センターのピコ秒レーザーを光源に用いて、硫化銅ナノ粒子の三次非線形感受率を測定した。図2に光学系の概略図を示す。レーザー光をビームスプリッターで分割し、一方をレンズで集光し光路長1 mmの石英セルに入れたヘキササン中の硫化銅ナノ粒子に照射する。試料を透過した光は、フォトダイオードで受光する。もう一方は参照光として使い、NDフィルターで強度を調整してフォトダイオードで受光する。フォトダイオードの出力信号をデジタルオシロスコープに入力し、割り算機能を使って透過光信号と参照光信号の比を求め積算する。このようにして得られる透過率から吸収係数を求める。NDフィルターを使って試料への入射光強度を変化させ、入射光強度と吸収係数との関係を得、非線形吸収係数を求めて、その値から三次非線形感受率を見積もる。

3. 結果と考察

硫化銅ナノ粒子の可視～近赤外領域の吸収スペクトルを図3に示す。ブロードな局在表面プラズモンバンドが観測される。ナノ粒子の粒径は、A～Eが4～5 nmで、Fは約10 nmである。ピーク波長の差はキャリア密度が異なるためであり、アクセプター性の格子欠陥である銅空孔の密度が試料により異なることを示している²。局在表面プラズモンのスペクトル形状を解析してキャリア密度を見積もることができる⁶。キャリア密度は、いずれも 10^{21} cm^{-3} 程度であり、Aのキャリア密度が最も低く $0.95 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ で、

Fが最も高く $1.35 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ であった。

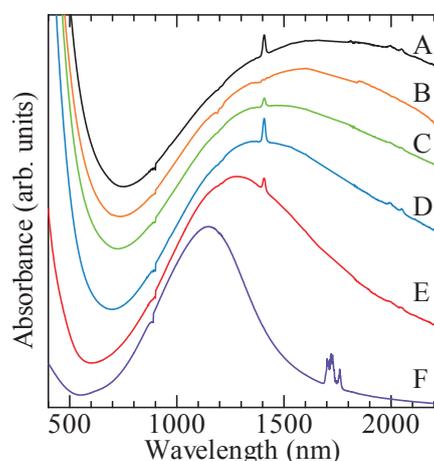


図3 硫化銅ナノ粒子の吸収スペクトル

以下では、比較的キャリア密度の値が近くプラズモン共鳴の波長に近いE ($1.23 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$)とFの三次非線形感受率の測定結果について述べる。この二つのナノ粒子は粒径が2倍程度異なっている。透過型電子顕微鏡(TEM)写真と、それらを解析して作製した粒径のヒストグラムを図4、5に示す。どちらのナノ粒子も形状は球形に近いことが確認できる。試料Eの平均粒径は4.5 nm、試料Fの平均粒径は9.9 nmでサイズ分布が大きい。プラズモ

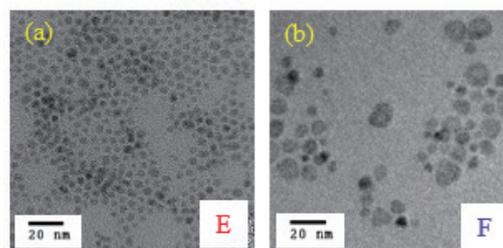


図4 試料EとFのTEM写真

ンはキャリアの集団振動なので、キャリアの散乱レートが大きいとスペクトルが広がる。F以外の試料の局在表面プラズモンバンドがブロードなのは、粒径が小さくキャリアがナノ粒子の表面によって散乱される頻度が高いためと考えられる。

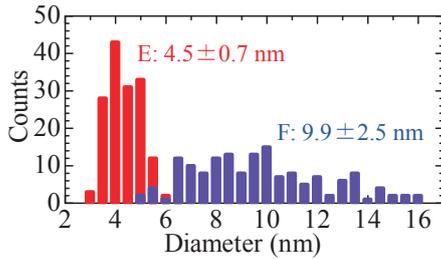


図5 試料EとFの粒径のヒストグラム

図6は、試料Eについて得られた入射光強度と吸収係数の関係である。レーザーの波長は局在表面プラズモンピークの1200 nmである。入射光強度が増加すると、吸収係数は減少する。このような負の非線形吸収は、貴金属ナノ粒子にも共通する局在表面プラズモンの特徴である。次式を使って最小自乗法で測定データをフィッティングした。線形吸収係数 α_0 と非線形吸収係数 β を可変パラメータとした。実線がフィッティング結果を表す。

$$\alpha = \alpha_0 + \beta I \quad (4)$$

局在表面プラズモンピークでの非線形吸収係数は、 $\beta = -0.197$ (cm/GW) と求められた。

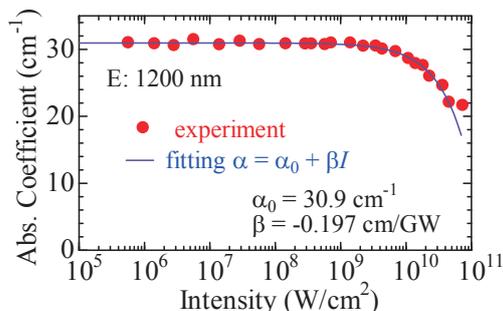


図6 吸収係数と入射光強度の関係（試料E，局在表面プラズモンの吸収ピーク波長で測定）

非線形吸収係数と三次非線形感受率の虚部 $\text{Im}\chi^{(3)}$ の間には、次式の関係がある。

$$\text{Im}\chi^{(3)} = \frac{c^2 n^2}{240\pi^2 \omega} \beta \quad (5)$$

c は真空中の光速， n は試料の屈折率である。上に示した非線形吸収係数を(5)式を使って換算すると、 $\text{Im}\chi^{(3)} = -5.87 \times 10^{-13}$ (esu)であった。

$\chi^{(3)}$ はナノ粒子の濃度（充填率）に比例するので、他の試料と値を比較する場合には、同じ濃度になるように値を補正しなければならない。そこで、ナノ粒子の濃度に比例する線形吸収係数で規格化する。このようにして得られた各波長での $\text{Im}\chi^{(3)}$ の値を図7に示す。これらの値は、局在表面プラズモンのピークでの吸収係数 α_{peak} で規格化してある。実線は吸収スペクトルである。試料Eのデータから、 $\text{Im}\chi^{(3)}$ の値が表面プラズモンに共鳴して増大することがわかる。これは、共鳴波長でナノ粒子に大きな局所電場が作用するためである。このような $\text{Im}\chi^{(3)}$ の特徴は、貴金属ナノ粒子と同様である。

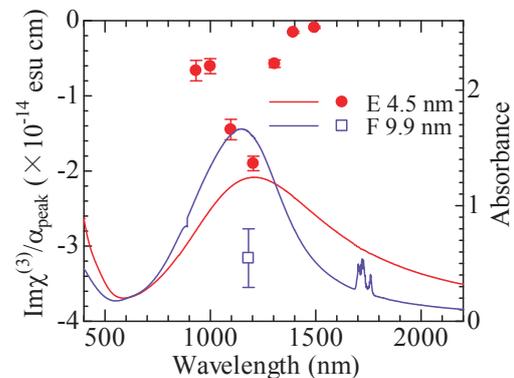


図7 ドット：吸収係数で規格化した試料EとFの三次非線形感受率の虚部の値，実線：吸収スペクトル

粒径4.5 nm の試料Eのプラズモンピークでの三次非線形感受率は、 $\text{Im}\chi^{(3)}/\alpha_{\text{peak}} = -1.90 \times 10^{-14}$ (esu cm)であった。一方、粒径9.9 nmの試料Fでは、 $\text{Im}\chi^{(3)}/\alpha_{\text{peak}} = -3.16 \times 10^{-14}$ (esu cm)で、試料Eよりも約1.7倍大きい。貴金属ナノ粒子の場合、 $\chi^{(3)}/\alpha_{\text{peak}}$ の値は、粒径が増加するとともに増加する。試料E、Fと同程度の粒径の貴金

属ナノ粒子では、銅ナノ粒子で2.6倍、銀ナノ粒子で3.9倍の増加が報告されている。このサイズ依存性は以下のように説明されている⁷。

プラズモン共鳴付近の吸収係数は次式のように表される。 ε_2 はナノ粒子自身の誘電率の虚部の値である。

$$\alpha_{\text{peak}} = p \frac{\omega}{nc} |f_l|^2 \varepsilon_2 \quad (6)$$

したがって(3)式と(6)式から、以下の関係が得られる。

$$\chi^{(3)} / \alpha_{\text{peak}} = \frac{nc f_l^2}{\omega \varepsilon_2} \chi_m^{(3)} \quad (7)$$

貴金属ナノ粒子では、粒径の増加とともに f_l は増加し ε_2 は減少することが示されている。そのため $\chi^{(3)} / \alpha_{\text{peak}}$ は粒径の増加とともに増加するが、 ε_2 よりも f_l の影響が大きい。

硫化銅ナノ粒子についても、粒径が大きいものの三次非線形感受率が大きいことは、大きい局所電場が作用することを示している。近接場光の強度も、9.9 nmのFのほうが、4.5 nmのEより大きいと推測できる。

アルミナとシリカに分散させた粒径 5.6 nm と 14 nmの金ナノ粒子について、それぞれ、 $\text{Im}\chi^{(3)} / \alpha_{\text{peak}} = -2.38 \times 10^{-13}$, -2.0×10^{-13} (esu cm) と報告されている⁸。本研究で求めた硫化銅ナノ粒子の値は、これより一桁小さい。 $\chi^{(3)}$ はマトリックス材料の屈折率にも依存するので、厳密な比較はできないが、この結果は、硫化銅ナノ粒子に働く局所電場が、同じ粒径の金ナノ粒子よりも小さいことを示唆している。そのため、ナノ粒子の周囲に発生する近接場光の強度も、金ナノ粒子よりも小さいと考えられる。テルル化銅のナノ粒子の周囲の近接場の大きさは金ナノ粒子の1/30である、との数値計算が報告されている⁹。電場増強度が小さいことには、キャリア密度が金属の数十分の一と低いことが影響していると指摘されている³。

4. まとめ

硫化銅ナノ粒子の局在表面プラズモンの共鳴波長は、近赤外領域で制御可能であることを示した。一方、局所電場増強効果は貴金属ナノ粒子よりも小さいことがわかった。しかし、硫化銅ナノ粒子でも、ナノ粒子のサイズ・形状の制御と集積化をおこなえば、より大きい電場増強効果が得られると考えられる。

謝辞

本研究は、室蘭工業大学の葛谷俊博博士、名古屋工業大学大学院生の廣瀬達徳氏、山田薫氏とともに実施しました。両氏の協力に感謝します。本研究の一部は村田財団と科学研究費補助金基盤研究(c)の援助によりおこなわれました。TEMの使用には、文部科学省ナノテクノロジープラットフォームの支援を受けました。非線形光学特性の評価には、機器センターのピコ秒レーザー等を使用しました。ご協力いただいた上田正氏とスタッフの方々に感謝申し上げます。

参考文献

1. 特集：プラズモニクス，応用物理 Vol.80, No.9(2011).
2. J. M. Luther et al., Nature Mater. 10, 361 (2011).
3. A. Comin et al., Chem. Soc. Rev. 43, 3957 (2014).
4. F. Hache et al., Appl. Phys. A47, 347 (1988).
5. T. Kuzuya et al., J. Colloid Interface Sci. 319, 565 (2008).
6. U. Kreibig and M. Vollmer, "Optical Properties of Metal Clusters", Springer (1995).
7. K. Uchida et al., J. Opt. Soc. Am. B11, 1236 (1994).
8. I. Tanahashi et al., J. Ceram. Soc. Jpn. 111, 288 (2003).
9. I. Kriegel et al., ACS Nano 7, 4367 (2013).

オキソ架橋ルテニウム二核錯体における異なる3つの酸化状態の構造ならびに電子状態

分子科学研究所 近藤 美欧・正岡 重行

1. はじめに

混合原子価 (mixed-valence, MV) 錯体は、光合成反応等の生体反応における電子移動反応の理解ならびに電子デバイスの構築に有用な材料として注目を浴びている分子群である。MV錯体の先駆的な研究例としては、“Creutz-Taubeイオン”と呼ばれるルテニウム二核錯体 ($[(\text{H}_3\text{N})_5\text{Ru}^{\text{II}}(\mu\text{-pz})\text{Ru}^{\text{III}}(\text{NH}_3)_5]^{5+}$ (pz = pyrazine)) が広く知られている [1]。Creutz-Taubeイオンの発見後、二核金属錯体を利用した数多くのMV錯体の研究が報告されており、二核金属錯体は、MV錯体を開発する上で、重要な分子群の一つであると言える。

ここで、MV状態の電子的性質は、電子移動サイトであるレドックス中心の酸化状態により大きく変化することが知られている。もし、同一の分子骨格を用いて酸化状態の異なるMV錯体を複数種類生成させることができれば、レドックス中心の酸化数の変化がMV状態に与える影響のみを抽出して評価することが可能となる。よって、酸化数の異なる複数種類のMV錯体の単離ならびにその電子状態解析は、MV錯体全般の性質を理解する上で非常に興味深かつ重要性が高い研究である。

二核金属錯体において、酸化数の異なる複数種類のMV錯体を生成させることは、原理的には容易であると考えられる。Chart 1に示すように、2つの金属中心が同一の価数を有するhomovalentな二核錯体に対し、1電子の酸化ならびに1電子の還元反応を進行させることで、2種類のMV錯体が生成するはずである。しかしながら、これまでに数多くの二核MV錯体が報告されてきたにもかかわらず、同一の分子骨格を用いて、2つの混合原子価状態を含む3つの異なる酸化状態を有する錯体を単離し、その構造を決定した研究例は存在しなかった。ここでは、

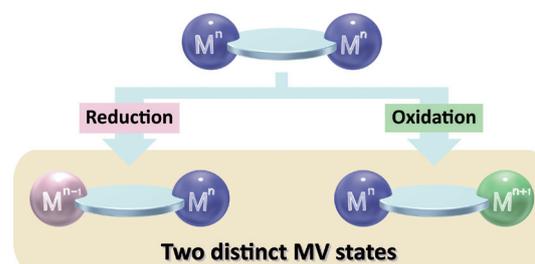


Chart 1. Homovalentな二核錯体への一電子酸化ならびに一電子還元によるMV錯体の生成

我々の最近の研究 [2] により得られた複数の異なる酸化状態を有するMV錯体の合理的な合成ならびに金属中心の酸化数の変化に伴う分子構造・電子状態の変化の解明に関して紹介する。

2. オキソ架橋ルテニウム錯体の合成及び構造

本研究においては、多彩な酸化還元能を示し、MV錯体の生成に適していると考えられるオキソ架橋ルテニウム二核錯体群 [3] に着目した。その中でも、2種類の安定な多座配位子を有する錯体、 $[(\text{terpy})(\text{bpy})\text{Ru}^{\text{II}}(\mu\text{-O})\text{Ru}^{\text{III}}(\text{bpy})(\text{terpy})]^{4+}$ ($[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$; terpy = 2,2',6',2''-terpyridine, bpy = 2,2'-bipyridine) をその研究対象とした。

$[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$ の合成は以下の通り行った。まず、 $\text{Ru}^{\text{III}}\text{-O-Ru}^{\text{III}}$ 型の酸化状態を持つhomovalent錯体、 $[(\text{terpy})(\text{bpy})\text{Ru}^{\text{III}}(\mu\text{-O})\text{Ru}^{\text{III}}(\text{bpy})(\text{terpy})]^{4+}$ ($[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$) を、単核錯体である $[\text{Ru}^{\text{II}}(\text{terpy})(\text{bpy})(\text{OH}_2)](\text{NO}_3)_2$ と 2 当量の $\text{Ce}^{\text{IV}}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$ を反応させることで、収率 58% で得た (Scheme 1)。生成物の組成は元素分析と単結晶X線構造解析で確認した。得られた $[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$ の水中ならびに有機溶媒中での電気化学測定を行ったところ、0.486 V (vs. NHE at pH = 5.31) ならびに 1.265 V にそれぞれ Ru^{III} , $\text{Ru}^{\text{III}}/\text{Ru}^{\text{II}}$, Ru^{III} , Ru^{IV} , $\text{Ru}^{\text{III}}/\text{Ru}^{\text{III}}$, Ru^{III} に由来する可逆な酸化還元波が観測された。この結果は、適切な化学酸化剤・還元剤を $[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$

に作用させることで、一電子酸化体ならびに一電子還元体が生成することを示唆するものである。

実際に、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{4+}}$ に対し酸化剤である $\text{Ce}^{\text{IV}}(\text{NH}_4)_2(\text{NO}_3)_6$ ($E_0 = 1.61 \text{ V} : 1 \text{ M}$ 硝酸溶液中) を作用させることで、 $\text{Ru}^{\text{III}}\text{-O-Ru}^{\text{IV}}$ 型の酸化状態を有するMV錯体、 $[\{\text{terpy}\}(\text{bpy})\text{Ru}^{\text{III}}\{\mu\text{-O}\}\{\text{Ru}^{\text{IV}}(\text{bpy})(\text{terpy})\}](\text{ClO}_4)_5$ ($[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{\text{5+}}$) が収率32%で得られた。また、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{4+}}$ と、還元剤であるデカメチルフェロセン ($E_0 = 0.07 \text{ V}$) との反応により、 $\text{Ru}^{\text{II}}\text{-O-Ru}^{\text{III}}$ 型の酸化状態を有するMV錯体、 $[\{\text{terpy}\}(\text{bpy})\text{Ru}^{\text{II}}\{\mu\text{-O}\}\{\text{Ru}^{\text{III}}(\text{bpy})(\text{terpy})\}](\text{ClO}_4)_3$ ($[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{3+}}$) が収率60%で得られた。これらの錯体の組成は元素分析と単結晶X線構造解析で確認した。

続いて、ルテニウム中心の酸化数の変化が Ru-O 間の結合距離ならびに Ru-O-Ru 間の結合角に与える影響に関して調査を行った。まず、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{4+}}$ の結晶構造中では、2つの Ru-O 間の結合距離はほぼ等しく、その長さは 1.88 \AA だった (図 1)。また、Ru-O-Ru 間の結合

角はおよそ 164° であった。次に $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{\text{5+}}$ では、2つの Ru-O 間の結合距離はほぼ同じ長さ (1.84 \AA) になっており、電荷が Ru 核間で完全に非局在化していることが分かった。これは、 $\text{Ru}^{\text{III}}\text{-O-Ru}^{\text{IV}}$ 型の酸化状態を有する MV オキソ架橋ルテニウム二核錯体において、電荷が非局在化した構造を初めて決定した例である。また、Ru-O-Ru 間の結合角は $170.64 (15)^\circ$ であった。 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{\text{5+}}$ の Ru-O 間の結合距離は、先述の $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{4+}}$ と比較して十分に短く、Ru-O-Ru 間の結合角度は $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{4+}}$ より十分大きい値を示していた (図 1)。 $[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{3+}}$ では、2つの Ru-O 間の結合距離はほぼ同じ長さ (2.10 \AA) であり、この錯体でも電荷の非局在化が観測された。この構造は、 $\text{Ru}^{\text{II}}\text{-O-Ru}^{\text{III}}$ 型の酸化状態を有する MV オキソ架橋ルテニウム二核錯体の初めての構造解析例である。また Ru-O-Ru 間の結合角は $149.55 (12)^\circ$ であった。Ru-O 間の結合距離は $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{4+}}$ に比べると非常に長くなっており、Ru-O-Ru 間の角度は $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{4+}}$ より小さくなっていった。すなわち、Ru-O 間の結合距離ならびに Ru-O-Ru 間の結合角は、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{\text{5+}}$ と逆の変化を示していることが分かった (図 1)。

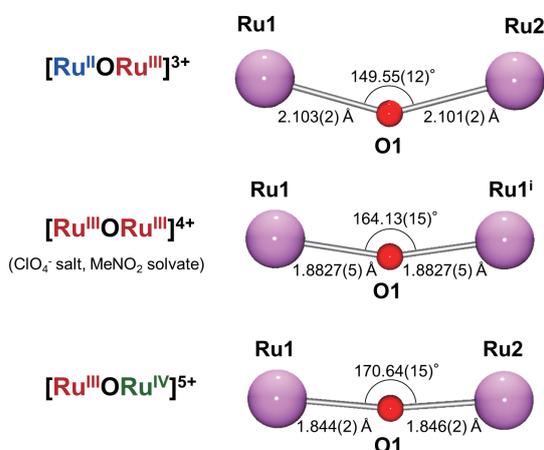
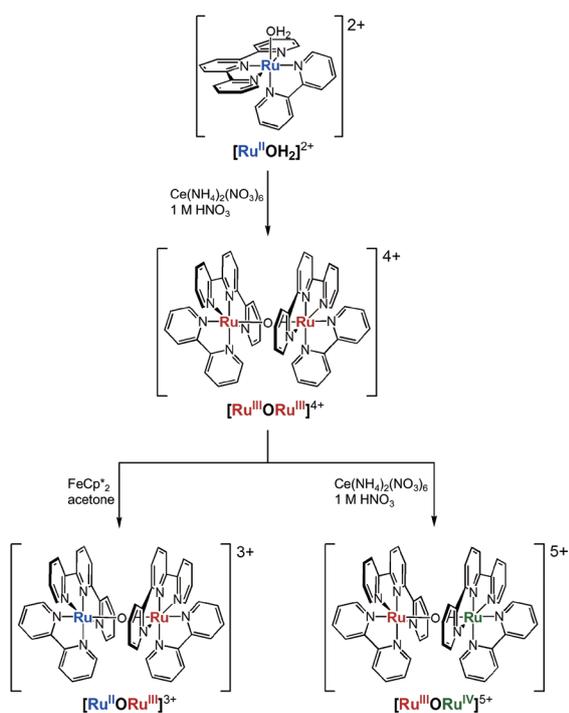


図 1. 種々の酸化状態におけるオキソ架橋ルテニウム二核錯体の Ru-O-Ru 中心の構造の比較

3. オキソ架橋ルテニウム錯体の電子状態

$[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$ 、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{5+}$ 、 $[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{3+}$ の紫外可視近赤外吸収スペクトルを図2に示す。これらの錯体はいずれも紫外領域に配位子の $\pi\text{-}\pi^*$ 遷移に伴う非常に強い吸収帯を示した。この吸収に加え、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$ では686 nm付近に吸収帯 ($\epsilon = 2.37 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$) が観測された。同様に、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{5+}$ では、479 nm付近 ($\epsilon = 2.22 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)、 $[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{3+}$ では、841 nm付近 ($\epsilon = 1.21 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$) に吸収帯が観測された。TD-DFT計算の結果から、これらの吸収帯はいずれも、 $d\pi^{\text{nb}}$ (Ru-O-Ru)から $d\pi^*$ (Ru-O-Ru)への遷移であると帰属された。

続いて、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$ ならびに $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{5+}$ に関して、ESR測定並びに磁化率測定を行い、その磁気的挙動に関して調査を行った。 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$ では、6.9 KにおいてESRシグナルが観測されず、このことからこの錯体は基底状態では反磁性であることが示唆された。

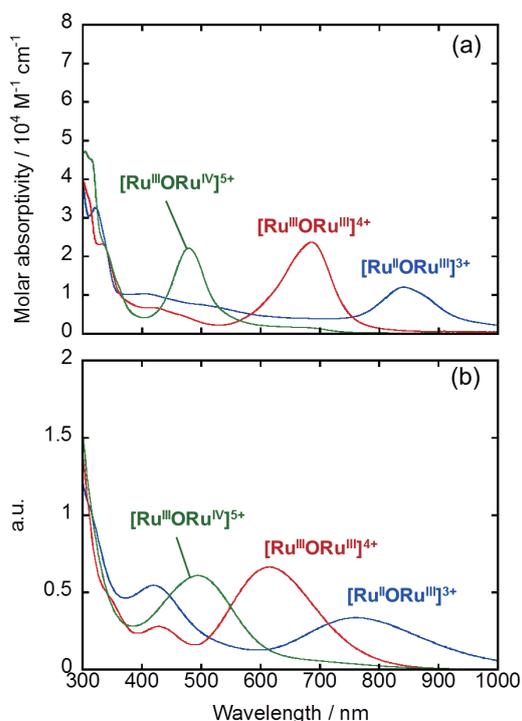


図2. オキソ架橋ルテニウム錯体の (a) 紫外可視近赤外吸収スペクトルならびに (b) TD-DFT 計算により得られたスペクトル

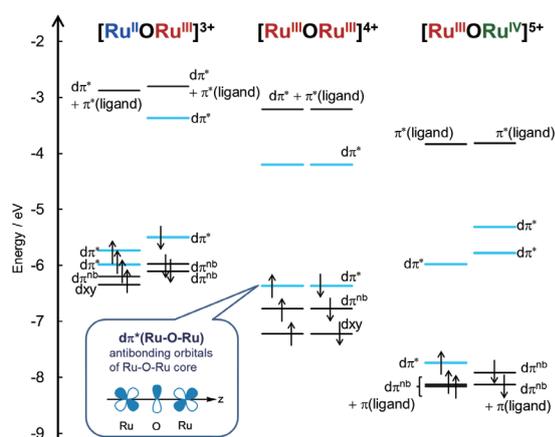
また、有効磁気モーメント (μ_{eff}) は、温度上昇に伴って上昇した。300 Kでは $\mu_{\text{eff}} = 2.39 \mu_{\text{B}}$ となり、この温度では二核錯体一分子あたり1.6個の対電子が存在することが分かった。一方、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{5+}$ では、6.9 Kにおいて $g = 1.39$ にブロードな異方的なシグナルが観測され、基底状態で $S = \frac{1}{2}$ のスピン状態を取っていると考えられる。この g 値は既存の電荷が局在化した $\text{Ru}^{\text{III}}\text{-O-Ru}^{\text{IV}}$ 型のオキソ架橋ルテニウム二核錯体の g 値 ($g = 1.78$) と比較して小さくなっており、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{5+}$ において Ru-O-Ru 中心の大きなスピン-軌道相互作用が存在することを示唆している。また、 $\mu_{\text{eff}}\text{-}T$ プロットの外挿直線の切片から求めた μ_{eff} は $0.73 \mu_{\text{B}}$ となり、ESR測定において観測された基底状態における $S = \frac{1}{2}$ のスピン状態と一致する結果であった。

4. オキソ架橋ルテニウム錯体の酸化状態の変化に伴う構造・電子状態の変化

上述の実験により得られた各酸化状態における錯体の構造ならびに電子状態解析の結果から、酸化数の変化が構造及び電子状態に与える影響に関して系統的に議論することができる。

まず、homovalentな $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$ では、2つの対電子が2つのRu中心 (d^5 , 低スピン状態) 上に存在し、反強磁性的に相互作用している。そして、DFT計算の結果から、これらの対電子は、Ruの $d\pi$ 軌道と架橋O原子のp軌道との $d\pi\text{-}p\pi\text{-}d\pi$ 相互作用により形成された反結合性の $d\pi^*$ (Ru-O-Ru)軌道に存在することが示唆された (Scheme 2)。更に、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$ のHOMOとLUMOはいずれも $d\pi^*$ (Ru-O-Ru)軌道の性質を持つ (Scheme 2) と考えられることから、Ru-O-Ru中心はRu-O-Ruの軸方向に沿った多重結合性を持つはずである。この考察に基づくと、Ru-O結合の結合次数は1.5と計算される。

次に、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{4+}$ から $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{5+}$ への一電子酸化反応によっては、 $d\pi^*$ (Ru-O-Ru)軌道から一電子が除去されることになる。これ



Scheme 2. Ru-O-Ru中心の分子軌道図。青色で示した軌道は $d\pi^*$ 軌道。

に伴い、非共有結合性軌道に存在する電子数が減少する為、Ru-O-Ru金属中心の多重結合性が増大する ($[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{\text{5+}}$ のRu-O間結合の結合次数は1.75と計算される)と考えられる。実際に単結晶X線構造解析において、金属中心の酸化に伴い、Ru-O結合距離の減少ならびに、Ru-O-Ru結合角の減少が観測されており (図 1)、多重結合性の変化の傾向と一致する。対照的に、 $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{4+}}$ から $[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{3+}}$ への一電子還元反応は $d\pi^*$ (Ru-O-Ru) 軌道への一電子の挿入を意味する。すなわち、 $[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{3+}}$ の生成に伴い非共有結合性軌道に存在する電子数が増加する為、Ru-O-Ru結合の多重結合性が弱まる ($[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{3+}}$ の結合次数は1.25となる)と考えられる。この傾向は単結晶X線構造解析により得られたRu-O結合距離の増大ならびに、Ru-O-Ru結合角の増大という測定結果と一致する (図 1)。以上の考察から、Ruの酸化数の変化に伴いRu-O-Ru中心の多重結合性が大きく影響を受け、Ru-O間の結合距離ならびにRu-O-Ru結合角の変化が起きたと結論付けられる。

5. 結論

これまでに、数多くのオキソ架橋ルテニウム二核錯体が合成され、またその酸化還元特性に関して研究が行われてきたが、MV状態にある

錯体の結晶構造解析に成功した例は3例存在するのみであった。更に、これらの報告において得られた構造はすべて $\text{Ru}^{\text{III}}\text{-O-Ru}^{\text{IV}}$ 型の電荷が局在化した構造であった。一方、本研究で得られた $[\text{Ru}^{\text{III}}\text{ORu}^{\text{IV}}]^{\text{5+}}$ では、 $\text{Ru}^{\text{III}}\text{-O-Ru}^{\text{IV}}$ 型の酸化状態において電荷が完全に非局在化した錯体の構造決定に初めて成功し、また $[\text{Ru}^{\text{II}}\text{ORu}^{\text{III}}]^{\text{3+}}$ では、 $\text{Ru}^{\text{II}}\text{-O-Ru}^{\text{III}}$ 型の錯体において、その構造を初めて明らかにした。また、酸化数の変化に伴う構造・電子状態の変化をRu-O-Ru中心の多重結合性を考察することで合理的に解釈することにも成功した。

上記のとおり、オキソ架橋ルテニウム二核錯体の異なる3つの酸化状態に関して系統的な研究を行うことに成功した本研究は、MV系の電子状態に関する新たな知見を与えるとともに、多核金属錯体において金属核間相互作用を制御するための新たな指針を与えたと言える。

6. おわりに

本研究で行われた元素分析、ESR測定、磁化率測定に当たっては、分子科学研究所、機器センターの装置を使用させていただきました。また、分子科学研究所 物質分子科学研究領域 電子物性研究部門の中村敏和先生には、測定および電子状態解析において大変お世話になりました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

References

- [1] C. Creutz, H. Taube, J. Am. Chem. Soc. **1969**, 91, 3988.
- [2] M. Yoshida, M. Kondo, T. Nakamura, K. Sakai, S. Masaoka, Angew. Chem. Int. Ed., **2014**, 53, 11519.
- [3] T. R. Weaver, T. J. Meyer, S. A. Adeyemi, G. M. Brown, R. P. Eckberg, W. E. Hatfield, E. C. Johnson, R. W. Murray, D. Untereker, J. Am. Chem. Soc. **1975**, 97, 3039.

平成27年度共同利用採択課題一覧

施設利用

課題番号 S-15-MS-	申請区分	所属	職名	提案代表者	研究課題	利用研究設備
1001	通年	名古屋市立大学 大学院システム 自然科学研究科	教授	藤田 渉	水素結合性磁性体の合成、構造解析および磁性研究	【電子スピン共鳴装置】 【SQUID型磁化測定装置】 【単結晶X線回折装置】 【単結晶X線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-3 【粉末X線回折装置】 Rigaku RINT-Ultimall 【熱分析装置】 【蛍光X線分析装置】 JEOL JSX-3400Rll 【核磁気共鳴装置】 Bruker AVANCE600 【核磁気共鳴装置】 JEOL JNM-ECA600 【蛍光分光光度計】 HORIBA SPEX Fluorolog 3-21 【可視紫外分光光度計】 Hitachi U-3500 【フーリエ変換赤外分光光度計】 Bruker IFS 66v/S 【顕微ラマン分光装置】 RENISHAW inVia Reflex
1002	通年	高知大学 教育研究部 総合科学系	准教授	上田 忠治	新規ポリオキソメタレート錯体の電気化学的酸化還元反応メカニズムの解析	【電子スピン共鳴装置】 【核磁気共鳴装置】 JEOL JNM-ECA600
1003	通年	愛媛大学 大学院医学系研究科	助教	大嶋 佑介	ラマン分光法による骨粗鬆症モデルの解析	【顕微ラマン分光装置】 RENISHAW inVia Reflex
1004	通年	大阪大学 蛋白質研究所	助教	武藤 梨沙	多周波ESR法による祖先型光合成反応中心の反応解析	【電子スピン共鳴装置】 Bruker E680
1005	通年	名城大学 理工学部	教授	丸山 隆浩	白金族触媒からの単層カーボンナノチューブ作製と構造評価に関する研究	【電子分光】 Omicron EA-125 【電子顕微鏡】 (TEM) JEOL JEM-3100FEF 【電子顕微鏡】 (SEM) JEOL JSM-6700F 【電子顕微鏡】 (SEM) Hitachi SU6600 【電子顕微鏡】 (FIB) JEOL JEM-9310FIB 【顕微ラマン分光装置】 RENISHAW inVia Reflex
1006	通年	名古屋大学 理学研究科物質理学	准教授	三野 広幸	多周波EPR法を用いた光合成酸素発生系高酸化状態の解析	【電子スピン共鳴装置】 Bruker E680
1007	通年	愛媛大学 大学院理工学研究科 (工学系)	講師	白旗 崇	新規電子供与体成分とする導電性有機材料の構造と物性に関する研究	【SQUID型磁化測定装置】 【単結晶X線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-3
1008	通年	名古屋市立大学 大学院薬学研究科	講師	矢木 宏和	NMR装置を用いたタンパク質複合体および複合糖質の構造解析	【熱分析装置】 MicroCal iTC ₂₀₀ 【核磁気共鳴装置】 JEOL JNM-ECA920 【核磁気共鳴装置】 Bruker AVANCE800 【核磁気共鳴装置】 Bruker AVANCE600
1009	通年	山形大学 大学院理工学研究科	助教	有馬 ポ シールアハ ンマド	ドーブ型BiFeO ₃ ナノ粒子の合成及び磁化特性に関する研究	【SQUID型磁化測定装置】
1010	通年	九州大学 先端物質化学研究所	特任 助教	姜 舜 徹	金属錯体分子の相転移挙動解析	【SQUID型磁化測定装置】 【単結晶X線回折装置】 【単結晶X線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-3 【顕微ラマン分光装置】 RENISHAW inVia Reflex
1011	通年	名城大学 理工学部	助教	才田 隆広	グラフェン壁を有する三次元構造体の触媒担体への応用	【電子顕微鏡】 (TEM) JEOL JEM-3100FEF 【電子顕微鏡】 (SEM) JEOL JSM-6700F 【電子顕微鏡】 (SEM) Hitachi SU6600 【顕微ラマン分光装置】 RENISHAW inVIA Reflex

10. 共同利用採択課題一覧

課題番号 S-15-MS-	申請区分	所属	職名	提案代表者	研究課題	利用研究設備
1012	通年	岐阜大学 工学部	教授	嶋 睦宏	Co ₂ FeAlナノ粒子, FeNi 細線, (Eu,In)-YAIGの磁 氣的性質の解明	【SQUID型磁化測定装置】 【蛍光分光光度計】 HORIBA SPEX Fluorolog 3-21
1013	通年	(独)産業技術総合研 究所 計測フロンティア研究 部門	主任 研究員	安本 正人	多層膜希薄磁性半導体 の磁化測定	【SQUID型磁化測定装置】
1014	通年	大阪府立大学 大学院理学系研究科	教授	細越 裕子	多次元磁気格子を形成 する有機ラジカル磁性 体の低温磁気構造解明	【電子スピン共鳴装置】 【単結晶 X線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-3 【熱分析装置】
1015	通年	法政大学 生命科学部	教授	緒方 啓典	新規ナノ材料の 構造および物性評価	【電子スピン共鳴装置】 【電子スピン共鳴装置】 Bruker E680 【単結晶 X線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-3 【電子分光】機能性材料バンド構造顕微分析システム 【熱分析装置】 【MALDI-TOF 質量分析】 Applied Biosystems Voy- ager DE-STR 【蛍光 X線分析装置】 JEOL JSX-3400R11 【核磁気共鳴装置】 JEOL JNM-ECA920 【蛍光分光光度計】 HORIBA SPEX Fluorolog 3-21 【可視紫外分光光度計】 Hitachi U-3500 【顕微ラマン分光装置】 RENISHAW inVia Reflex
1016	通年	北海道大学 大学院工学研究院	助教	柏本 史郎	Pd-Si-(希土類)系準結 晶および近似結晶の磁 気秩序	【SQUID型磁化測定装置】 【熱分析装置】 【熱分析装置】 MicroCal VP-DSC, MicroCal iTC ₂₀₀
1017	通年	兵庫県立大学 大学院物質理学研究科	客員 研究員	小林 本忠	窒化硼素層間化合物の 物性	【電子スピン共鳴装置】 【SQUID型磁化測定装置】 【顕微ラマン分光装置】 RENISHAW inVia Reflex
1018	前期 後期	東京理科大学 理学部	准教授	根岸 雄一	金属ナノクラスターに おける構造変遷及び安 定化起源の解明	【電子顕微鏡】(TEM) JEOL JEM-3100FEF
1019	前期	自然科学研究機構 核融合科学研究所	准教授	菱沼 良光	MgB ₂ 超伝導線材の超 伝導特性におけるボロ ン同位体原料粒径の効 果	【SQUID型磁化測定装置】 【熱分析装置】 【熱分析装置】 MicroCal VP-DSC, iTC ₂₀₀
1020	前期	名城大学 理工学部	准教授	小澤 理樹	大気圧 CVD によるナノ ダイヤモンドの合成と 電子顕微鏡によるキャ ラクタリゼーション	【電子顕微鏡】(TEM) JEOL JEM-3100FEF
1021	前期 後期	広島大学 大学院理学研究科	教授	井上 克也	新規ナノ磁性体および マルチフェロイクスの 磁気物性	【電子スピン共鳴装置】 【SQUID型磁化測定装置】
1022	前期	静岡大学 工学部	教授	小林健吉郎	BNC 薄膜のスピンロ ニックス	【SQUID型磁化測定装置】
1023	前期 後期	岐阜大学 教育学部	助教	萩原 宏明	1,2,3- トリアゾール含 有シッフ塩基配位子を 用いた金属錯体の結晶 構造と磁氣的性質の解 明	【SQUID型磁化測定装置】 【単結晶 X線回折装置】 【単結晶 X線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-3
1024	前期	名古屋大学 グリーンモビリティ連 携研究センター	客員 教授	宇理須恒雄	神経細胞ネットワーク ハイスループットスク リーニング装置の開発	【電子顕微鏡】(FIB) JEOL JEM-9310FIB
1025	前期 後期	名古屋大学 大学院理学研究科	助教	邨次 智	酸素貯蔵・放出能を持つ 3d 金属酸化物担持触媒 の構造解析	【電子顕微鏡】(TEM) JEOL JEM-3100FEF 【電子顕微鏡】(SEM) JEOL JSM-6700F 【電子顕微鏡】(SEM) Hitachi SU6600

10. 共同利用採択課題一覧

課題番号 S-15-MS-	申請区分	所属	職名	提案代表者	研究課題	利用研究設備
1026	前期 後期	名古屋工業大学 大学院機能工学専攻	准教授	小野 晋吾	PLD 法により作製した CaF ₂ 薄膜特性評価	【電子顕微鏡】(TEM) JEOL JEM-3100FEF 【電子顕微鏡】(SEM) JEOL JSM-6700F 【電子顕微鏡】(SEM) Hitachi SU6600 【ピコ秒レーザー】Millennia-Tsunami, TITAN- TOPAS 【ナノ秒レーザー】Nd:YAG 励起 OPO レーザー 【蛍光分光光度計】HORIBA SPEX Fluorolog 3-21 【可視紫外分光光度計】Hitachi U-3500 【フーリエ変換赤外分光光度計】Bruker IFS 66v/S 【顕微ラマン分光装置】RENISHAW inVia Reflex
1027	前期	京都大学 国際高等教育院	教授	加藤 立久	超分子の示す磁性に関 する研究	【電子スピン共鳴装置】 【電子スピン共鳴装置】Bruker E680 【SQUID 型磁化測定装置】
1028	前期	島根大学 大学院総合理工学研究 科	助教	片岡 祐介	MMX 型構造を有するペ ンズアミジナート架橋 二核金属錯体の構造解 析と磁化率測定	【SQUID 型磁化測定装置】 【単結晶 X 線回折装置】 【単結晶 X 線回折装置】Rigaku MERCURY CCD-3
1029	前期 後期	日本大学 文理学部	准教授	周 彪	単一分子性伝導体の開 発	【SQUID 型磁化測定装置】
1031	前期 後期	豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系	助教	後藤 太一	スパッタ法により形成さ れた単結晶イットリウム 鉄ガーネットのダンピン グ定数に関する研究	【電子スピン共鳴装置】 【SQUID 型磁化測定装置】
1032	前期 後期	浜松医科大学 医学部	日本学 術振興 会特別 研究員 PD	近藤 豪	生体分子と薬剤の相互 作用評価	【熱分析装置】MicroCal iTC ₂₀₀ 【円二色性分散計】JASCO J-720WI
1033	前期 後期	名古屋大学 大学院工学研究科	教授	忍久保 洋	ねじれたポルフィリン 金属錯体の磁氣的相互 作用の研究	【電子スピン共鳴装置】 【電子スピン共鳴装置】Bruker E680 【SQUID 型磁化測定装置】
1034	前期	国立研究開発法人宇宙 航空研究開発機構	主任 開発員	上根 真之	SU6600 と Bruker QUANTAX FlatQUAD EDS による炭素質隕石 素片観察	【電子顕微鏡】(SEM) JEOL JSM-6700F
1035	前期 後期	島根大学 大学院総合理工学研究 科	准教授	池上 崇久	新規ポルフィリン、フタ ロシアニウム鉄(III) およ びオキシドバナジウム (IV) 錯体の磁氣的性質	【電子スピン共鳴装置】 【SQUID 型磁化測定装置】 【単結晶 X 線回折装置】Rigaku MERCURY CCD-3
1036	前期 後期	島根大学 大学院総合理工学研究 科	大学 院生	井手 雄紀	混合原子価状態を有す るロジウムとルテニウ ムの二核錯体の構造お よび磁氣的性質の研究	【SQUID 型磁化測定装置】 【単結晶 X 線回折装置】
1037	前期	東京大学 生産技術研究所	助教	務台 俊樹	有機化合物の低温にお ける結晶構造と光物性 との関連性に関する研 究	【単結晶 X 線回折装置】Rigaku MERCURY CCD-3
1038	前期 後期	神戸大学 大学院農学研究科	助教	木村 行宏	部位特異的変異を導入 した好熱性紅色細菌由 来光捕集 1 複合体の熱 力学的解析	【熱分析装置】MicroCal VP-DSC, iTC ₂₀₀
1039	後期	大阪大学 産業科学研究所	准教授	田中慎一郎	エピタキシャルグラ フェンの評価	【顕微ラマン分光装置】RENISHAW inVia Reflex
1040	前期	大阪大学 大学院工学研究科	助教	大洞 光司	金属ポルフィリノイド 錯体を含む人工金属酵 素の電子状態解析	【電子スピン共鳴装置】

10. 共同利用採択課題一覧

課題番号 S-15-MS-	申請区分	所属	職名	提案代表者	研究課題	利用研究設備
1041	前期	名古屋大学 物質科学国際センター	研究員	江口敬太郎	ポリイミドフィルム上に堆積した CoTTDPz 分子薄膜の構造制御	【電子顕微鏡】(SEM) JEOL JSM-6700F 【電子顕微鏡】(SEM) Hitachi SU6600
1042	前期	山形大学 理学部	教授	北浦 守	ガーネットシンチレーターのシンチレーション特性に及ぼす二価金属イオンドーピングの効果	【電子スピン共鳴装置】
1043	前期	Faculty of Science Kasetsart Universit	教授	Supa Han-nongbua	核磁気共鳴法を活用した酵素複合体の構造・ダイナミクス・相互作用の解析	【核磁気共鳴装置】 Bruker AVANCE800
1044	後期	城西大学 理学部	教授	秋田 素子	溶媒熱合成法を用いた金属ポルフィリン超分子の構造と磁性	【SQUID 型磁化測定装置】
1045	前期	早稲田大学 理工学術院	教授	井村 考平	貴金属薄膜のレーザー加工とその光特性評価	【電子顕微鏡】(SEM) Hitachi SU6600 【ピコ秒レーザー】 Millennia-Tsunami, TITAN-TOPAS 【ナノ秒レーザー】 Nd:YAG 励起 OPO レーザー 【可視紫外分光光度計】 Hitachi U-3500 【フーリエ変換赤外分光光度計】 Bruker IFS 66v/S 【顕微ラマン分光装置】 RENISHAW inVia Reflex
1046	後期	宇宙科学研究所 地球外物質研究グループ	プロジェクト研究員	松本 徹	小惑星イトカワの微粒子の微細表面観察と元素分布分析	【電子顕微鏡】(SEM) Hitachi SU6600
1047	通年	日本大学 生物資源科学部	助教	高野 英晃	光センサーとアンテナ分子の相互作用解析	【熱分析装置】 MicroCal iTC ₂₀₀
1048	通年	豊橋技術科学大学 環境・生命工学系	助教	藤沢 郁葵	X線結晶構造解析による分子構造の決定	【単結晶 X線回折装置】 【単結晶 X線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-3
1049	通年	名古屋工業大学 大学院物質工学専攻	准教授	濱中 泰	カルコゲナイド半導体ナノ粒子の発光特性に関する研究	【蛍光分光光度計】 HORIBA SPEX Fluorolog 3-21 【可視紫外分光光度計】 Hitachi U-3500
1050	通年	名古屋工業大学 大学院物質工学専攻	准教授	濱中 泰	硫化銅ナノ粒子の近赤外局在プラズモン共鳴における光学非線形性の研究	【ピコ秒レーザー】 Millennia-Tsunami, TITAN-TOPAS 【可視紫外分光光度計】 Hitachi U-3500
1051	通年	愛知学院大学 薬学部	助教	小川 法子	シクロデキストリン類と薬物の包接複合体の構造解析	【単結晶 X線回折装置】 【単結晶 X線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-3
1052	通年	静岡大学 理学部	助教	仁科 直子	キレートカルベン金属錯体の合成と構造解析	【単結晶 X線回折装置】 【単結晶 X線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-3 【粉末 X線回折装置】 Rigaku RINT-Ultimall
1053	通年	静岡大学 工学部	教授	植田 一正	自己凝集能を導入した有機半導体の光吸収と分子配列の解明	【電子スピン共鳴装置】 【単結晶 X線回折装置】 【単結晶 X線回折装置】 Rigaku MERCURY CCD-3
1054	前期	城西大学 理学部化学科	教授	秋田 素子	メタ位にアミド基を有する新規ニトロキシドラジカルの合成、構造、磁性	【SQUID 型磁化測定装置】
1055	前期 後期	日本原子力研究開発機構 次世代高速炉サイクル研究開発センター	研究副主幹	佐野 雄一	放射性物質回収用吸着剤の加工	【電子顕微鏡】(FIB) JEOL JEM-9310FIB
1056	通年	横浜ゴム(株) 研究本部 分析開発室	室長	八柳 史	酸化劣化に伴うゴム構造変化の解析法に関する研究	【核磁気共鳴装置】 JEOL JNM-ECA920
1057	前期	新潟大学 研究推進機構	准教授	古川 貢	新規機能性物質の磁気機能解明研究	【電子スピン共鳴装置】 【電子スピン共鳴装置】 Bruker E680 【SQUID 型磁化測定装置】

10. 共同利用採択課題一覧

課題番号 S-15-MS-	申請区分	所属	職名	提案代表者	研究課題	利用研究設備
1058	前期 後期	関西学院大学 理工学部	教授	橋本 秀樹	金属ナノ粒子担持型グラフェンオキシドの化学状態分析	【電子分光】Omicron EA-125 【電子顕微鏡】(SEM) Hitachi SU6600 【顕微ラマン分光装置】RENISHAW inVia Reflex
1059	前期 後期	埼玉大学 大学院理工学研究科	助教	藤城 貴史	EPRによる鉄硫黄クラスター生成タンパク質郡が構成する超分子複合体の解析	【電子スピン共鳴装置】
1060	前期	京都大学 化学研究所	教授	梶 弘典	有機ピラジカルドーブ試料のESR緩和時間測定	【電子スピン共鳴装置】Bruker E680
1061	前期	九州大学 大学院総合理工学府	大学院生	中西 匠	電場応答スピン転移錯体の開発	【単結晶X線回折装置】Rigaku MERCURY CCD-3
1062	前期 後期	京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科	准教授	園田 早紀	超広帯域光電変換を実現するIII族窒化物薄膜の電子-格子相互作用の解明	【SQUID型磁化測定装置】 【顕微ラマン分光装置】RENISHAW inVia Reflex
1063	後期	静岡県立大学 薬学部	講師	横山 英志	キネシンEg5と阻害剤の熱分析	【熱分析装置】MicroCal iTC ₂₀₀
1064	後期	岡山大学 大学院医歯薬学総合研究科	准教授	加来田博貴	核内受容体と低分子の相互作用に関する研究	【熱分析装置】MicroCal iTC ₂₀₀ 【蛍光分光光度計】HORIBA SPEX Fluorolog 3-21
1065	後期	名古屋工業大学 先進セラミックス研究センター	教授	安達 信泰	磁気光学薄膜および複合体の磁気的性質の研究	【SQUID型磁化測定装置】 【電子スピン共鳴装置】
1066	後期	名古屋大学 グリーンモビリティ連携研究センター	客員 教授	宇理須恒雄	神経細胞ネットワークハイスループットスクリーニング装置の開発	【電子顕微鏡】(FIB) JEOL JEM-9310FIB
1067	後期	岐阜大学 工学部	准教授	植村 一広	常磁性異種金属一次元鎖錯体の磁気物性評価	【SQUID型磁化測定装置】 【単結晶X線回折装置】 【単結晶X線回折装置】Rigaku MERCURY CCD-3
1068	後期	京都大学 低温物質科学研究センター	助教	中野 義明	含ヨウ素ドナー分子(EDO-TTF-I)を用いた陽イオンラジカル塩の結晶構造解析と振動分光学的研究	【単結晶X線回折装置】Rigaku MERCURY CCD-3 【顕微ラマン分光装置】RENISHAW inVia Reflex
1069	後期	茨木大学 理学部	教授	大友 征宇	光合成タンパク質間相互作用の機構解明	【熱分析装置】MicroCal VP-DSC, iTC ₂₀₀
1070	後期	広島大学 大学院理学研究科	教授	安倍 学	曲面 π 分子上に発生させたカルベンの磁気的性質の解明	【電子スピン共鳴装置】 【SQUID型磁化測定装置】
1071	後期	名古屋市立大学 大学院薬学研究科	講師	田上 辰秋	レーザー応答性薬物ナノキャリアを用いた新規ドラッグデリバリーシステムの開発	【ピコ秒レーザー】Millennia-Tsunami, TITAN-TOPAS 【可視紫外分光光度計】Hitachi U-3500
1072	後期	東京理科大学 理学部第二部	准教授	秋津 貴城	シッフ塩基金属錯体と種々の複合系の円偏光紫外光誘起分子配向	【円二色性分散計】JASCO J-720WI
1073	後期	京都大学 低温物質科学研究センター	研究員	石川 学	モノクロロ EDO-TTF (EDO-TTF-Cl) の陽イオンラジカル塩のX線構造解析とラマン分光	【単結晶X線回折装置】Rigaku MERCURY CCD-3 【顕微ラマン分光装置】RENISHAW inVia Reflex
1074	後期	大阪大学 大学院工学研究科	教授	櫻井 英博	高分子保護金属クラスターの電子状態に関する測定	【電子分光】Omicron EA-125

10. 共同利用採択課題一覧

課題番号 S-15-MS-	申請区分	所属	職名	提案代表者	研究課題	利用研究設備
1076	後期	東京大学 理学系研究科	特任教授	窪川かおる	甲状腺の形態形成とヨウ素集積機能の進化に関する研究	【電子顕微鏡】(SEM) Hitachi SU6600
1077	後期	防衛大学校 機能材料工学科	准教授	青野 祐美	ヨウ素添加イオン液体の低温核磁気共鳴測定	【核磁気共鳴装置】 JEOL JNM-ECA600
1078	後期	広島大学 理学研究科	教授	平谷 篤也	紫外光照射によるアミノ酸の不斉合成	【ナノ秒レーザー】エキシマー励起色素レーザー 【ナノ秒レーザー】Nd:YAG 励起 OPO レーザー 【ナノ秒レーザー】フッ素系エキシマーレーザー
1079	後期	横浜国立大学 大学院工学研究院	准教授	竹田真帆人	固相相変態を用いたナノグラニューラ磁性体の作製と組織及び磁気特性の検討	【SQUID 型磁化測定装置】
1080	後期	大阪市立大学 大学院理学研究科	准教授	鐘本 勝一	有機半導体素子の電子スピン物性	【電子スピン共鳴装置】 Bruker E680
1081	後期	愛媛大学 理学研究科	講師	松下 正史	高圧合成によって作製された金属間化合物の磁化測定	【SQUID 型磁化測定装置】
1082	後期	京都大学 理学研究科	教授	馬場 正昭	Yb ²⁺ 分子のレーザー分光	【ナノ秒レーザー】エキシマー励起色素レーザー
1083	後期	芝浦工業大学 工学部	教授	幡野 明彦	逆転写酵素のテンプレートとなる長鎖散在性反復配列 RNA の動的構造解析のためのスピンラベル測定	【電子スピン共鳴装置】
1084	後期	中部大学 工学部	准教授	石川 英里	Lindqvist 構造を基本骨格に持つポリタングステン酸を触媒に用いた酸化反応系の開発	【核磁気共鳴装置】 JEOL JNM-ECA600
1086	後期	名古屋工業大学 大学院工学研究科	准教授	宮崎 秀俊	ガラス基板上に成膜したサマリウム酸化物薄膜のバンドギャップ評価	【可視紫外分光光度計】 Hitachi U-3500
1087	後期	東京大学 大学院理学系研究科	大学院生	高野慎二郎	配位子保護金クラスターのスピン状態計測	【電子スピン共鳴装置】
1088	後期	自然科学研究機構 分子科学研究所	名誉教授	西 信之	固体 NMR を用いた多孔質炭素材料の解析	【核磁気共鳴装置】 JEOL JNM-ECA600
1089	後期	静岡大学 大学院総合科学技術研究科	助教	中嶋 聖介	PLD 法を用いたナノ構造酸化物薄膜の作製とマルチフェロイック特性の評価	【SQUID 型磁化測定装置】
1090	後期	名古屋市立大学 大学院薬学研究科	教授	樋口 恒彦	チオラート配位マンガンポルフィリン錯体のスピン状態に関する研究	【電子スピン共鳴装置】
1091	後期	静岡県立大学 薬学部	講師	梅原 薫	バングラデシュ薬用植物由来フロフランリグナン配糖体の絶対立体構造決定	【円二色性分散計】 JASCO J-720WI

【機器の表記について】

- ◎ 【SQUID型磁化測定装置】 : Quantum Design MPMS-7 または MPMS-XL7
- ◎ 【電子スピン共鳴装置】 : Bruker EMX Plus または E500
- ◎ 【熱分析装置】 : TA Instruments TGA2950 または SDT2960 または DSC2920

平成27年度設備利用状況

(2015.4.1～2016.3.31)

設備名	利用グループ数			利用日数			実利用日数
	所外利用	所内利用	合計	所外利用	所内利用	合計	
電子スピン共鳴 (ESR) 装置							
EMX Plus	7	2	9	14	25	39	35
E500	16	4	20	98	21	119	112
E680	5	1	6	58	2	60	59
SQUID 型磁化測定装置							
MPMS-7	20	2	22	286	6	292	258
MPMS-XL7	22	4	26	328	15	343	297
単結晶 X 線回折装置							
MERCURY CCD-1	9	3	12	123	14	137	133
MERCURY CCD-2	7	2	9	52	4	56	54
MERCURY CCD-3	14	1	15	94	15	109	103
粉末 X 線回折装置							
RINT-Ultimall	1	6	7	2	407	409	237
X 線溶液散乱測定装置							
NANO-Viewer	2	5	7	16	51	67	66
電子分光装置							
機能性材料バンド構造顕微分析システム	7	1	8	96	34	130	130
Omicron EA-125	2	0	2	11	0	11	11
電子顕微鏡							
SEM / JSM-6700F	4	4	8	63	44	107	97
SEM / SU6600	11	6	17	47	33	80	76
FIB / JEM-9310FIB	2	2	4	10	8	18	18
熱分析装置							
VP-DSC	3	1	4	13	3	16	16
iTC ₂₀₀	7	1	8	30	13	43	43
TGA2950/SDT2960/DSC2920	2	1	3	6	3	9	8
マトリクス支援レーザー脱離イオン化 - 飛行時間型質量分析計 (MALDI-TOF-MS)							
Voyager DE-STR	1	7	8	2	777	779	274
有機微量元素分析装置							
所内 MICRO CORDER JM10		7	7		161	161	90
蛍光 X 線分析装置							
JSX-3400RII	0	2	2	0	2	2	2
核磁気共鳴 (NMR) 装置							
JNM-ECA920	5	1	6	220	5	225	225
AVANCE800 (溶液)	8	5	13	166	82	248	214
AVANCE600 (固体)	3	1	4	173	139	312	312
JNM-ECA600	3	8	11	16	275	291	168
所内 JNM-ECS400		10	10		2865	2865	320
ピコ秒レーザー							
Millennia-Tsunami, TITAN-TOPAS	3	3	6	16	34	50	50
ナノ秒レーザー							
エキシマー励起色素レーザー	1	0	1	24	0	24	24
Nd:YAG 励起 OPO レーザー	3	0	3	11	0	11	11
フッ素系エキシマーレーザー	1	1	2	0	31	31	31
蛍光分光光度計							
SPEX Fluorolog 3-21	5	2	7	19	3	22	22
円二色性分散計							
J-720WI	2	3	5	4	16	20	19
可視紫外分光光度計							
U-3500	5	5	10	23	24	47	43
フーリエ変換赤外 (FTIR) 分光光度計							
IFS 66v/S	1	2	3	4	6	10	10
顕微ラマン分光装置							
RENISHAW inVIA Reflex	8	2	10	134	2	136	128
超伝導磁石付希釈冷凍機							
所内 Kelvinox 400		0	0		0	0	0
低温冷媒供給設備							
	液体ヘリウム (L)			液体窒素 (L)			窒素ガス (m ³)
明大寺地区	44603.0			21778.2			
山手地区	13637.5			11386.5			973.0

※所内利用に協力研究等の所外研究者を含む場合もあり

※利用日数：同日の重複利用も含む

平成27年度研究報告一覧

学術論文 (62 報)

R. YOSHIDA, T. KODAMA, K. KIKUCHI, S. AOYAGI, W. FUJITA, "Crystal structure and magnetic properties of the charge-transfer complex, $(\text{BDTA})_2(\text{H}_3\text{O})_2[\text{Fe}(\text{II})(\text{CN})_6]$," *Synth. Met.* **208**, 43-48 (2015).

W. FUJITA, "Convenient crystal growth, structural determination and magnetic studies of layered copper hydroxides containing aromatic sulfonates," *CrystEngComm.* **17**, 9193-9202 (2015).

T. UEDA, Y. NISHIMOTO, R. SAITO, M. OHNISHI, J. NAMBU, "Vanadium(V)-Substitution Reactions of Wells-Dawson-Type Polyoxometalates: From $[\text{X}_2\text{M}_{18}\text{O}_{62}]^{6-}$ ($\text{X} = \text{P, As}$; $\text{M} = \text{Mo, W}$) to $[\text{X}_2\text{VM}_{17}\text{O}_{62}]^{7-}$," *Inorganics* **3**, 355-369 (2015).

T. UEDA, M. OHNISHI, D. KAWAMOTO, S-X. GUO, J. F. BOAS, A. M. BOND, "Voltammetric behavior of 1- and 4- $[\text{S}_2\text{V}^{\text{V}}\text{W}_{17}\text{O}_{62}]^{5-}$ in acidified acetonitrile," *Dalton Trans.* **44**, 11660-11668 (2015).

S. TSUBAKI, M. HIRAOKA, S. HADANO, K. OKAMURA, T. UEDA, H. NISHIMURA, K. KASHIMURA, T. MITANI, "Effects of acidic functional groups on dielectric properties of sodium alginates and carrageenans in water," *Carbohydrate Polymers* **115**, 78-87 (2015).

T. UEDA, "Recent Achievements in the Analysis of the Electrochemical Properties of Polyoxometalates," *Review of Polarography* **61**, 11-19 (2015).

R. GHOSH, T. MARUYAMA, H. KONDO, K. KIMOTO, T. NAGAI, S. IJIMA, "Synthesis of single-walled carbon nanotubes on graphene layers," *Chem. Commun.* **51**, 8974-8977 (2015).

A. KOZAWA, T. SAIDA, S. NARITSUKA, T. MARUYAMA, "Synthesis of single-walled carbon nanotubes from Pd catalysts by gas source method using ethanol in high vacuum," *Jpn. J. Appl. Phys.* **55**, 01AE02 (2015).

A. KOZAWA, H. KONDO, T. SAIDA, S. NARITSUKA, T. MARUYAMA, "Single-Walled Carbon Nanotube Growth from Pt catalysts using Alcohol Gas Source Method: Comparison with Co catalysts," *Trans. Mater. Res. Soc.* **40**, 405-408 (2015).

T. MARUYAMA, H. KONDO, R. GHOSH, A. KOZAWA, S. NARITSUKA, Y. IIZUMI, T. OKAZAKI, S. IJIMA, "Single-walled carbon nanotube synthesis using Pt catalysts under low ethanol pressure via cold-wall chemical vapor deposition in high vacuum," *Carbon* **96**, 6-13 (2016).

A. KOZAWA, H. KIRIBAYASHI, S. OGAWA, T. SAIDA, S. NARITSUKA, T. MARUYAMA, "Single-walled carbon nanotube growth on SiO_2/Si using Rh catalysts by alcohol gas source chemical vapor deposition," *Diamond Relat. Mater.* **63**, 159-164 (2016).

T. SHIRAHATA, S. KOHNO, K. FURUTA, Y. OKA, Y. MISAKI, "Synthesis of New Electron Donor $\text{ClMe}_3\text{-TTP}$: Structures and Properties of $(\text{ClMe}_3\text{-TTP})_3\text{X}$ ($\text{X} = \text{PF}_6$ and AsF_6)," *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **88**, 1086-1092 (2015).

K. INAGAKI, T. SATOH, M. YAGI-UTSUMI, A. C. L. GULLUCHE, T. ANZAI, Y. UEKUSA, Y. KAMIYA and K. KATO, "Redox-coupled structural changes of the catalytic a' domain of protein disulfide isomerase," *FEBS Lett.* **589**, 2690-2694 (2015).

- T. ZHU, T. YAMAGUCHI, T. SATOH and K. KATO**, "A Hybrid Strategy for the Preparation of ^{13}C -labeled High-mannose-type Oligosaccharides with Terminal Glucosylation for NMR Study," *Chem. Lett.* **44**, 1744-1746 (2015).
- B. AHMMAD, M. Z. ISLAM, A. BILLAH, M. A. BASITH**, "Anomalous coercivity enhancement with temperature and tunable exchange bias in Gd and Ti co-doped BiFeO_3 multiferroics," *J. Phys. D: Appl. Phys.* **49**, 095001 (2016).
- M. A. BASITH, F. A. KHAN, B. AHMMAD, S. KUBOTA, F. HIROSE, D.-T. NGO, Q.-H. TRAN and K. MOLHAVE**, "Tunable exchange bias effect in magnetic $\text{Bi}_{0.9}\text{Gd}_{0.1}\text{Fe}_{0.9}\text{Ti}_{0.1}\text{O}_3$ nanoparticles at temperatures up to 250 K," *J. Appl. Phys.* **118**, 023901 (2015).
- B. AHMMAD, M. A. BASITH, K. KOIKE, S. KUBOTA and F. HIROSE**, "Synthesis of Metal Doped BiFeO_3 Nanoparticles and their Dielectric and Magnetic Properties," *Advanced Materials Research.* **1101**, 187-191 (2015).
- S. KANG, Y. SHIOTA, A. KARIYAZAKI, S. KANEGAWA, K. YOSHIZAWA, O. SATO**, "Heterometallic $\text{Fe}^{\text{III}}/\text{K}$ Coordination Polymer with a Wide Thermal Hysteretic Spin Transition at Room Temperature," *Chem. Eur. J.* **22**, 532-538 (2016).
- T. SAIDA, T. KOGISO, T. MARUYAMA**, "Synthesis of Carbon Composite Spheres from Graphene Oxide," *Chem. Lett.* **45**, 330-332 (2016).
- H. YAMAGUCHI, T. OKUBO, S. KITAKA, T. SAKAKIBARA, K. ARAKI, K. IWASE, N. AMAYA, T. ONO, Y. HOSOKOSHI**, "Experimental Realization of a Quantum Pentagonal Lattice," *Sci. Rep.* **5**, 15327/1-6 (2015).
- H. YAMAGUCHI, Y. SHINPUKU, Y. KONO, S. KITAKA, T. SAKAKIBARA, M. HAGIWARA, T. KAWAKAMI, K. IWASE, T. ONO and Y. HOSOKOSHI**, "Unconventional $S = 2$ alternating chain realized by a metal-radical hybrid-spin approach," *Phys. Rev. B* **93**, 115145/1-7 (2016).
- S. JAZBEC, S. KASHIMOTO, P. KOŽELJ, S. VRTNIK, M. JAGODIČ, Z. JAGLIČIČ, J. DOLINŠEK**, "Schottky effect in the $i\text{-Zn-Ag-Sc-Tm}$ icosahedral quasicrystal and its $1/1$ Zn-Sc-Tm approximant," *Phys. Rev. B* **93**, 054208/1-14 (2016).
- S. HEGURI, N. KAWADE, T. FUJISAWA, A. YAMAGUCHI, A. SUMIYAMA, K. TANIGAKI, M. KOBAYASHI**, "Superconductivity in the Graphite Intercalation Compound BaC_6 ," *Phys. Rev. Lett.* **114**, 247201/1-5 (2015).
- S. HEGURI, M. KOBAYASHI, K. TANIGAKI**, "Questioning the existence of superconducting potassium doped phases for aromatic hydrocarbons," *Phys. Rev. B* **92**, 014502/1-8 (2015).
- Y. NIIHORI, C. UCHIDA, W. KURASHIGE, Y. NEGISHI**, "High-resolution separation of thiolate-protected gold clusters by reversed-phase high-performance liquid chromatography," *Phys. Chem. Chem. Phys.* **18**, 4251-4265 (2016).
- S. YAMAZOE, S. TAKANO, W. KURASHIGE, T. YOKOYAMA, K. NITTA, Y. NEGISHI, T. TSUKUDA**, "Hierarchy of bond stiffnesses within icosahedral-based gold clusters protected by thiolates," *Nat. Commun.* **7**, 10414 (2016).
- G. NATARAJAN, A. MATHEW, Y. NEGISHI, R. L. WHETTEN, T. PRADEEP**, "A Unified Framework for Understanding the Structure and Modifications of Atomically Precise Monolayer Protected Gold Clusters," *J. Phys. Chem. C.* **119**, 27768-27785 (2015).

S. DUTTA, C. RAY, S. MALLICK, S. SARKAR, R. SAHOO, Y. NEGISHI, T. PAL, "A Gel-Based Approach To Design Hierarchical CuS Decorated Reduced Graphene Oxide Nanosheets for Enhanced Peroxidase-like Activity Leading to Colorimetric Detection of Dopamine," *J. Phys. Chem. C* **119**, 23790-23800 (2015).

Y. NIIHORI, Y. KIKUCHI, A. KATO, M. MATSUZAKI, Y. NEGISHI, "Understanding Ligand-Exchange Reactions on Thiolate-Protected Gold Cluster by Probing Isomer Distributions Using Reversed-Phase High-Performance Liquid Chromatography," *ACS Nano* **9**, 9347-9356 (2015).

C. MONDAL, A. SINGH, R. SAHOO, A. K. SASMAL, Y. NEGISHI, T. PAL, "Preformed ZnS nanoflower prompted evolution of CuS/ZnS p-n heterojunctions for exceptional visible-light driven photocatalytic activity," *New J. Chem.* **39**, 5628-5635 (2015).

R. SAHOO, M. PRADHAN, A. ROY, S. DUTTA, C. RAY, Y. NEGISHI, A. PAL, T. Pal, "Redox-Mediated Synthesis of a Fe₃O₄-MnO₂ Nanocomposite for Dye Adsorption and Pseudocapacitance," *Chem. Asian J.* **10**, 1571-1580 (2015).

S. SHARMA, W. KURASHIGE, K. NOBUSADA, Y. NEGISHI, "Effect of trimetallization in thiolate-protected Au_{24-n}Cu_nPd Clusters," *Nanoscale* **7**, 10606-10612 (2015).

L. LI, S. NISHIHAR, K. INOUE, M. KURMOO, "Progressive Transformation between Two Magnetic Ground States for One Crystal Structure of a Chiral Molecular Magnet," *Inorg. Chem.* **55**, 3047-3057 (2016).

L. LI, S. NISHIHAR, K. INOUE, M. KURMOO, "Synthesis, Crystal Structure, and Magnetic Properties of a Chiral Cyanide-Bridged Bimetallic Framework K₃[Mn^{II}(L-asp)]₆[Cr^{III}(CN)₆]·2H₂O," *Inorg. Chem.* **55**, 300-306 (2016).

H. HAGIWARA, S. OKADA, "A polymorphism-dependent $T_{1/2}$ shift of 100 K in a hysteretic spin-crossover complex related to differences in intermolecular weak CH \cdots X hydrogen bonds (X = S vs. S and N)," *Chem. Commun.* **52**, 815-818 (2016).

M. YANAGIHAR, H. ISHIKAWA, S. ONO, H. OHTAKA, "Filterless Vacuum Ultraviolet detector based on YF₃ thin films grown by Pulsed Laser Deposition," *Testing and Measurement: Techniques and Applications*. 151-155 (2015).

小野晋吾, 種村真幸, 福田健太郎, 須山敏尚, 柳田健之, 吉川彰, "パルスレーザー堆積法による薄膜化技術により固体蛍光体を採用した光源において世界最短波長を実現," *レーザ加工学会誌*. **23**, 69-71.

B. ZHOU, S. OGURA, Q. Z. Liu, H. KASAI, E. NISHIBORI, A. KOBAYASHI, "A Single-component Molecular Conductor with Metal-Metal Bonding, [Pd(hfdt)₂] (hfdt : bis (trifluoromethyl) tetrathiafulvalenedithiolate)," *Chem. Lett.* **45**, 303-305 (2016).

R. TAKAGI, K. MIYAGAWA, M. YOSHIMURA, H. GANGI, K. KANODA, B. ZHOU, Y. IDOBATA, A. KOBAYASHI, "Electronic states and molecular dynamics of single-component molecular conductors [M(tmtd)₂] (M = Ni, Pt) studied by ¹³C and ¹H NMR," *Phys. Rev. B* **93**, 024403/1-8 (2016).

T. GOTO, N. KANAZAWA, A. BUYANDALAI, H. TAKAGI, Y. NAKAMURA, S. OKAJIMA, T. HASEGAWA, A. B. GRANOVSKY, K. SEKIGUCHI, C. A. Ross and M. INOUE, "Spin wave differential circuit for realization of thermally stable magnonic sensors," *Appl. Phys. Lett.* **106**, 132412/1-3 (2015).

H. YOKOI, Y. HIRAOKA, S. HIROTO, D. SAKAMAKI, S. SEKI, H. SHINOKUBO, "Nitrogen-embedded bucky bowl and its assembly with C₆₀," *Nature Commun.* **6**, 8215 (2015).

Y. IDA, T. IKEUE, Y. KATAOKA, R. INOUE, M. NAKAMURA, D. YOSHIOKA, M. MIKURIYA, T. KAWAMOTO, M. HANAD, "Preparation, structure, and dynamic and electrochemical behaviors of dinuclear rhodium(I) complexes with bridging formamidinato ligands," *J. Organometallic Chemistry* **803**, 92-103 (2016).

T. KATO, T. IKEUE, Y. SUZUKI, M. HANDA, "Analysis of Disperse Dyes Using Liquid Chromatography/Linear Ion Trap Mass Spectrometry (LC/LIT-MS) and Database Construction," *Anal. Sci.* **32**, 147-152 (2016).

M. HANDA, K. TAKAHASHI, A. INOUE, T. IKEUE, D. YOSHIDA, M. MIKURIYA, "Crystal Structure of a Lantern-Type Dirhodium(II) Complex with a *cis*-(2:2)Arrangement of Two Formamidinato and Two Trifluoroacetato Bridges," *X-ray Structure Analysis Online*. **31**, 31-32 (2015).

R. THAMMAPORN, M. YAGI-UTSUMI, T. YAMAGUCHI, P. BOONSRI, P. SAPARPAKORN, K. CHOOWONGKOMON, S. TECHASAKUL, K. KATO and S. HANNONGBUA, "NMR characterization of HIV-1 reverse transcriptase binding to various non-nucleoside reverse transcriptase inhibitors with different activities," *Sci. Rep.* **5**, Article number: 15806 (2015).

S. SEETAHA, M. YAGI-UTSUMI, T. YAMAGUCHI, K. ISHII, S. HANNONGBUA, K. CHOOWONGKOMON and K. KATO, "Application of Site-Specific Spin Labeling for NMR Detecting Inhibitor-Induced Conformational Change of HIV-1 Reverse Transcriptase," *ChemMedChem*. **11**, 363-366 (2016).

T. UCHIDA, Y. ICHIKAWA, K. IMURA, "Optical properties and surface-enhanced Raman scattering activity of hexagonally arranged gold nanoparticle trimer," *Chem. Phys. Lett.* **638**, 253-257 (2015).

K. SHIBATOMI, M. KOTOZAKI, N. SASAKI, I. FUJISAWA and S. IWASA, "Williamson Ether Synthesis with Phenols at a Tertiary Stereogenic Carbon: Formal Enantioselective Phenoxylation of β -Keto Esters," *Chem. Eur. J.* **21**, 14095-14098 (2015).

Y. HAMANAKA, D. YUKITOKI, T. KUZUYA, "Structural transformation and photoluminescence modification of AgInS₂ nanoparticles induced by ZnS shell formation," *Appl. Phys. Express* **8**, 095001-1-095001-4 (2015).

S. JIN, M. SUPUR, M. ADDICOAT, K. FURUKAWA, L. CHEN, T. NAKAMURA, S. FUKUZUMI, S. IRLE and D. JIANG, "Creation of Superheterojunction Polymers via Direct Polycondensation: Segregated and Bicontinuous Donor-Acceptor π -Columnar Arrays in Covalent Organic Frameworks for Long-Lived Charge Separation," *J. Am. Chem. Soc.* **137**, 7817-7827 (2015).

N. KATAGIRI, M. ISHIKAWA, N. ADACHI, M. FUJI, T. OTA, "Preparation and evaluation of Au nanoparticle-silica aerogel nanocomposite," *Journal of Asian Ceramics Societies* **2**, 151-155 (2015)

坂倉響, 金俊燮, 竹田真帆人, "Cu₇₅-Ni₂₀-Co₅ 合金における微細析出粒子と磁気特性の関係," *銅と銅合金*. in print.

S. OTOBE, N. FUJIOKA, T. HIRANO, E. ISHIKAWA, H. NARUKE, K. FUJIO and T. ITO, "Decisive interactions between the heterocyclic moiety and the cluster observed in polyoxometalate-surfactant hybrid crystals," *Int. J. Mol. Sci.* **16**, 8505-8516 (2015).

M. A. MUHIT, K. UMEHARA, K. MORI-YASUMOTO and H. NOGUCHI, "Furofuran Lignan Glucosides with Estrogen-Inhibitory Properties from the Bangladeshi Medicinal Plant *Terminalia citrina*," *J. Nat. Prod.* **79**, 1298-1307 (2015).

T. NAKAMURA, K. FURUKAWA, T. TERAUCHI and Y. KOBAYASHI, "Microscopic evidence of a metallic state in the one-pot organic conductor ammonium tetrathiapentalene carboxylate," *Phys. Status Solidi RRL* **9**, 480-484 (2015).

P. PANDIT, T. NAKAMURA and S. HIGASHIBAYASHI, "Synthesis and Acid-responsive Electron-transfer Disproportionation of Non- and Tetramesityl-substituted 1,1',9,9'-Bicarbazole," *Chem. Lett.* **44**, 1336-1338 (2015).

K. YAMAMOTO, T. NAKAMURA and S. HIGASHIBAYASHI, "Acid-regulated Electron-transfer Disproportionation of a NonSubstituted Tetramethyl-biacridine Derivative," *Chem. Lett.* **44**, 1229-1231 (2015).

P. PANDIT, K. YAMAMOTO, T. NAKAMURA, K. NISHIMURA, Y. KURASHIGE, T. YANAI, G. NAKAMURA, S. MASAOKA, K. FURUKAWA, Y. YAKIYAMA, M. KAWANO and S. HIGASHIBAYASHI, "Acid/base-regulated reversible electron transfer disproportionation of N-H linked bicarbazole and biacridine derivatives," *Chem. Sci.* **6**, 4160-4173 (2015).

M. SUDA, R. KATO and H. M. YAMAMOTO, "Light-induced superconductivity using a photoactive electric double layer", *Science*, **347**, 743-746 (2015).

A. INAGUMA, H. TSUKAMOTO, H. E. KATO, T. KIMURA, T. ISHIZUKA, S. OISHI, H. YAWO, O. NUREKI and Y. FURUTANI, "Chimeras of Channelrhodopsin-1 and -2 from *Chlamydomonas reinhardtii* Exhibit Distinctive Light-induced Structural Changes from Channelrhodopsin-2", *J. Biol. Chem.* **290**, 11623-11634 (2015).

Y. INOKUCHI, T. EBATA, T. IKEDA, T. HAINO, T. KIMURA, H. GUO and Y. FURUTANI, "New Insights into metal ion-crown ether complexes revealed by SEIRA spectroscopy," *New J. Chem.* **39**, 8673-8680 (2015).

M. SRISA-ART and Y. FURUTANI, "Simple and Rapid Fabrication of PDMS Microfluidic Devices Compatible with FTIR Microspectroscopy," *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **89**, 195-202 (2016).

編集後記

平成 28 年熊本地震により被災された皆さまに、心よりお見舞い申し上げます。一日も早く復旧されますよう、お祈り申し上げます。分子科学研究所では、通常の施設利用の枠を超えた利用についても柔軟に対応できるよう「緊急の協力研究」の公募をしております。被災地域の研究活動復興の一助になれば幸いです。

※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※ ※

機器センターたより No8 の刊行するにあたり、ご多用中のところご執筆くださいました先生方に深くお礼申し上げます。また、アンケートにご協力くださいました利用者の皆さまにもお礼申し上げます。ありがとうございました。

さて、平成 28 年度より光分子科学研究領域

の解良聡先生がセンター長として指揮を執られ、新たな視点から手腕を発揮していただいております。前センター長の横山利彦先生には、引き続き大学連携研究設備ネットワーク事業、ナノテクノロジープラットフォーム事業(分子・物質合成プラットフォーム)を指揮していただいております。経済情勢の不透明感から抜け出せない中、今後ますます設備の共用化が推進される状況となってきております。大学連携研究設備ネットワーク改善に際し、ご協力くださった方々にお礼申し上げます。

皆さまからいただいたご意見を参考に、研究の手助けになる魅力あるシステム・設備となるよう、職員一同知恵を出し合い、日々の業務に取り組んで参ります。今後ともご意見、ご質問等を是非お寄せください。

機器センターたより No.8

発行日	平成 28 年 7 月 28 日 (年 1 回発行)
発行	大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 分子科学研究所 機器センター 〒 444-8585 愛知県岡崎市明大寺町字西郷中 38
編集	解良 聡 (センター長) 水川 哲徳 高山 敬史 岡野 芳則 上田 正 牧田 誠二 藤原 基靖 中川 信代

本誌記載記事の無断転載を禁じます

Instrument Center

38 Nishigo-naka, Myodaiji, Okazaki 444 - 8585, JAPAN

TEL:+81 - 564 - 55 - 7470

FAX:+81 - 564 - 55 - 7448

<http://ic.ims.ac.jp/>

mail to : ic-office@ims.ac.jp