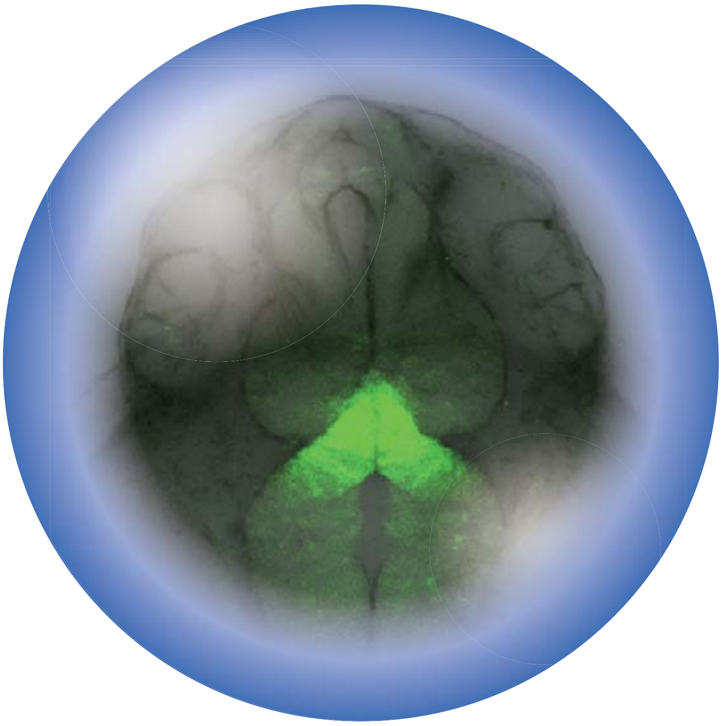
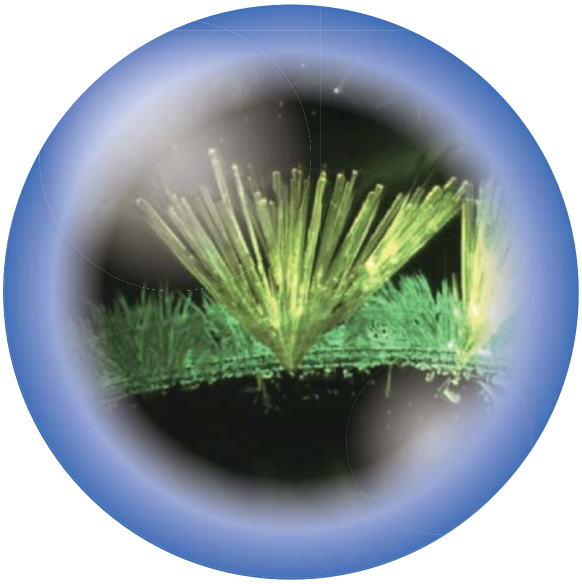
CACS FORUM

Comprehensive Analysis Center for Science, Saitama University





No. 5 2014
CODEN:CFAOBY

目　次

《巻 頭 言》

埼玉大学の未来と科学分析支援センター …… 研究機構長 佐藤 勇一 …… 1

《マイレビュー》

植物のアラビノガラクタン-プロテインの構造と関連酵素 …… 理工学研究科生命科学部門 円谷 陽一 …… 2

Ti-Ta-Sn 合金の未破裂脳動脈瘤の血管内治療用コイルの開発 Scaffold coil 材料としての適性評価 …… 理工学研究科人間支援・科学部門 森田 真史／総合技術支援センター 三木 将仁／日本ピストンリング㈱ 石川 佳樹、竹口 俊輔 …… 11

《若手研究者の紹介》

半導体量子ドット蛍光体の合成技術と蛍光センシング応用 …… 理工学研究科物質科学部門 福田 武司、鈴木 美穂 …… 18

《forum in FORUM》

原子間力顕微鏡 MultiMode8 …… 情報メディア基盤センター 田井野 徹 …… 22

顕微レーザーラマン分光光度計 inVia の紹介 …… 理工学研究科物質科学部門 石川 良 …… 24

電子顕微鏡観察のための凍結試料作製装置 …… 教育学部理科教育講座 金子 康子／科学分析支援センター 辻 季美江 …… 27

薄膜・微小領域X線回折装置（D8 DISCOVER） …… 理工学研究科物質科学部門 柿崎 浩一 …… 29

多機能粉末X線回折装置（D8 ADVANCE） …… 科学分析支援センター 徳永 誠 …… 31

ガスクロマトグラフ質量分析装置 SCION SQ の紹介 …… 科学分析支援センター 新美 智久、三田 和義、藤原 隆司 …… 33

《セミナー》

X 線液晶構造解析の基礎と我々の最近の研究 …… 科学分析支援センター 安武 幹雄、藤原 隆司 …… 36

タンパク質検出における近赤外蛍光観察のメリット …… 科学分析支援センター 畠山 晋 …… 38

次世代シーケンサ新時代、蛍光イメージング …… 科学分析支援センター 畠山 晋 …… 39

《センターより》

環境分析・実験系廃液処理だより …… 科学分析支援センター 三田 和義、道村 真司 …… 40

平成 25 年度動物慰霊式 …… 科学分析支援センター 畠山 晋 …… 45

平成 25 年科学分析支援センター機器使用研究業績 …… 46

平成 25 年度科学分析支援センター活動報告書 …… 59

埼玉大学総合研究機構科学分析支援センター会議委員名簿 …… 68

平成 25 年度機器等利用実績 …… 69

編集後記

表紙の写真の説明

右上　試　　料　転写因子を蛍光標識したゼブラフィッシュ脳
　　　測定機器　共焦点レーザー顕微鏡 FV1000-D
　　　　　　　　研究機構研究企画推進室（理工学研究科兼任）助教　津田　佐和子　氏　提供

左上　測定機器　顕微レーザーラマン分光光度計　inVia　（平成 26 年 3 月更新）
　　　　　　　　＜ forum in FORUM ＞　(P.24)

右下　試　　料　発光性白金(II)錯体の結晶多形とその発光挙動
　　　　　　　　理工学研究科博士前期課程在籍　山口　翔平　氏　提供

《巻頭言》

埼玉大学の未来と科学分析支援センター

研究機構長 佐藤　勇一

埼玉大学が昨年来進めております「学部の枠を越えた再編・連携による大学改革～ミッションの再定義に基づく研究力と人材育成の強化～」の一番目の柱は，埼玉大学の研究力強化です．ミッションの再定義に基づき強みを有する研究分野として，戦略的研究部門に3つの研究領域を設置して研究を推進しております．具体的には以下の通りです．

①ライフ・ナノバイオ領域　がん診断と転移の抑制を図るための新原理の確立を目指します．がん細胞の硬さも測れる高度な顕微鏡を開発した成果を基に，転移の仕組みなどを解明して医療現場で役立てることに挑みます．

②グリーン・環境領域　光合成の効率やバイオエネルギーの生産性などに優れた植物を人工的につくりだし，環境浄化やバイオマスの有効利用法を探ります．

③感性認知支援領域　脳の活動から意思を読み取って機械などを動かす技術を研究し，例えば高齢者の感触や感性，疲労を定量的につかみ，生活支援の機器開発を目指します．

これらの研究分野はもちろん，他の分野でも様々な研究が行われております．戦略的研究部門の研究分野も固定されたものではなく，強みを有した新たな研究分野への発展・転換を考えております．

科学分析支援センターは，学内の特に，理工系の研究および教育の支援に大きな力を発揮してきております．現在進めております大学改革の研究力強化に対しても，その役割が大きいことは言うまでもありません．今年度から埼玉県との包括協定に基づき先端産業創造プロジェクトを始めております．さらに，このプロジェクトをはじめ地域とのより緊密な産学官連携を進めようとしております．センターは今迄も地域からの依頼分析にも応えるなどの活動を行ってきておりますが，地域の期待に応える更なる活動が埼玉大学の今後には重要と考えております．センター長を初めとするセンター教職員の皆様のこれまでのご尽力に感謝申し上げると同時に，埼玉大学の置かれた状況の御理解と，更なる御支援を賜りたいたいと考えております．

最後に，センター創立以来科学分析支援センターの運営に関係してこられた教職員の皆様の，ご尽力に感謝し，引き続き一層の成果をあげていきたいと考えております．

《マイレビュー》

植物のアラビノガラクタン-プロテインの構造と関連酵素

Studies on arabinogalactan-proteins, a family of proteoglycan occurred in plants

理工学研究科生命科学部門 円谷 陽一
Graduate School of Science and Engineering Yoichi Tsumuraya

Arabinogalactan-proteins (AGPs) are a family of proteoglycans found in cell walls, plasma membranes, and extracellular secretions of plants. They are rich (usually >90%) in carbohydrates, which contain a high proportion of galactose and L-arabinose residues, and may also contain smaller amounts of auxiliary sugars such as glucuronic acid, 4-*O*-methyl-glucuronic acid, and L-fucose. The carbohydrate moieties of AGPs have been recognized to be biological regulatory polymers functioning in various aspects of plant growth and development, such as cell division, programmed cell death, and embryogenesis. The carbohydrate moieties have very complex structures. Hence, our laboratory has focused on several microbial and plant glycoside hydrolases degrading the carbohydrate moieties of AGPs in order to clarify their structures, leading to find out the relationships between their structures and physiological functions.

1. はじめに：植物細胞壁多糖とは

筆者は主に微生物多糖，植物細胞壁多糖を研究テーマに生化学的アプローチでその構造と機能を明らかにすることを目的に研究を進めてきた．この分野は，糖質科学，糖質生化学の範疇に含まれるが，最近は「糖鎖生物学」とも呼ばれている．植物の細胞壁多糖（または植物糖鎖）は古くから知られているが，一般的には馴染みがないと思われる．植物細胞壁は複雑な構造体であり，セルロース，ヘミセルロース，ペクチン，などの各種植物細胞壁多糖で構成される．セルロースはグルコースがβ-(1→4)-結合した多糖で細胞壁の骨格である．セルロースはご存じのように紙製品等で日常的に使用されている．ヘミセルロースという用語は古くから慣用的に使われてきているが，総称名であり，植物種によって異なるが，アラビノキシラン，キシログルカン，β-(1→3)/(1→4)-グルカン，等を含んでいる．ヘミセルロースはセルロース繊維を架橋するように働く．ペクチンは細胞壁を埋め尽くすように存在している．ペクチンはその特性が食品素材に適し，粘稠性（viscosity）を示すジャムやゼリーの製造に用いられている．

植物細胞壁は細胞膜の外側にあって細胞質を保護するとともに，細胞を強固にし，形を保持する役割を担っている．しかしながら，成長が盛んな組織では，植物細胞は肥大伸長するので，細胞壁を構成する多糖は絶えず分解され，新たに合成された多糖成分が組み込まれなければならない．また，植物細胞壁は生育環境，ホルモン等でその構造が制御されており，最近では，成長・分化・生体防御反応，等の多彩な生命活動に関わるダイナミックな構造体であると理解されている．ヒトは，これらの細胞壁多糖を消化できないので栄養にはならないが，食物繊維として整腸作用に関わっており，最近では生活習慣病の予防・改善効果の面からも注目されている．

2. アラビノガラクタン-プロテイン（AGP）

植物細胞壁には上記の多糖ばかりでなく，含量は低いがタンパク質，糖タンパク質も含まれている．本稿で取り上げるアラビノガラクタン-プロテイン（arabinogalactan-protein, AGP）も糖とタンパク質が共有結合

した複合糖質である．しかしながら，糖含量が高い（≥90%）ので，糖タンパク質とは呼ばず，プロテオグリカン（proteoglycan）と呼ばれている．AGP は単子葉，双子葉植物を問わず，高等植物各組織に普遍的に存在し，細胞膜や細胞壁に局在している．AGP が細胞膜に留まるにはグリコシルホスファチジルイノシトール（GPI）アンカーという糖鎖を介して膜に結合しており，膜との結合が切れて，細胞壁に移行すると考えられている．AGP の含量は一般的に少なく（植物組織乾燥重量の約 0.2%），我々の研究室で扱っているダイコン成根の場合，1 kg の生組織から得られる AGP は約 50 mg である．一般的に，AGP の分子量は数万～数十万，AGP のコアペプチドは全体の約 10%を占め，プロリン（Pro），ヒドロキシプロリン（Hyp），アラニン（Ala），セリン（Ser），トレオニン（Thr）に富んでいるのが特徴である．分子種が多く，シロイヌナズナでは少なくとも 47 個のコアタンパク質遺伝子が同定されている．AGP は水に良く溶け，情報分子として，様々な生理機能に関わっていることが知られている．特に糖鎖部分（アラビノガラクタン，AG）は植物組織の分化，成長，等の様々な生理機能に関わっていることが知られている[1)]．

2-1 AGP の糖鎖構造

AGP はコアとなるポリペプチド鎖に多数の糖鎖が結合している．糖鎖を構成する主要な糖はガラクトース（Gal）と L-アラビノース（L-Ara）である．図 1 に AGP の糖鎖に含まれる単糖の構造を示す．糖の構造は一般的ではないので，図 1 の単糖を良く見比べないとその違いは判りにくいかと思う．しかし，タンパク質を構成するアミノ酸 20 種類の構造と性質が異なるように，単糖の構造の違いは糖鎖の働きに大きく影響する重要な特性である．AGP の糖鎖の基本構造は連続したβ-(1→3)-ガラクトシル残基から成る主鎖に，β-(1→6)-ガラクトシル残基から成る側鎖が分岐結合したβ-(1→3)/(1→6)-ガラクタンである．図 2 に留学生の Md. Ashraful Haque 君の論文[2)]から引用した模式図を示す．このガラクタン骨格の側鎖にはさらに L-Ara 残基が分岐結合している．ダイコン成葉 AGP の場合，側鎖によっては非還元末端に，グルクロン（GlcA）酸または 4-*O*-メチル-グルクロン酸（4-Me-GlcA）が結合している．4-*O*-メチル-グルクロン酸はグルクロン酸の *O*-4 位にメチル基がエーテル結合している特殊な糖である．また，L-Ara 残基の先に L-フコース（L-Fuc）が結合する場合もある．植物細胞壁多糖は一般的に複雑な構造であるが，その中でも AGP の糖鎖はかなり複雑である．

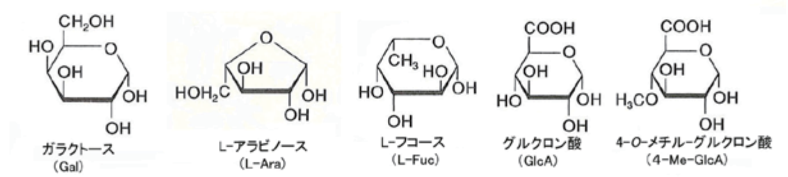


図 1 アラビノガラクタン-プロテイン（AGP）の糖鎖を構成する主な単糖
単糖はアミノ酸の場合と同じく D-型，L-型の区別がある．慣用的に，D-は省略して，L-は付けてある．

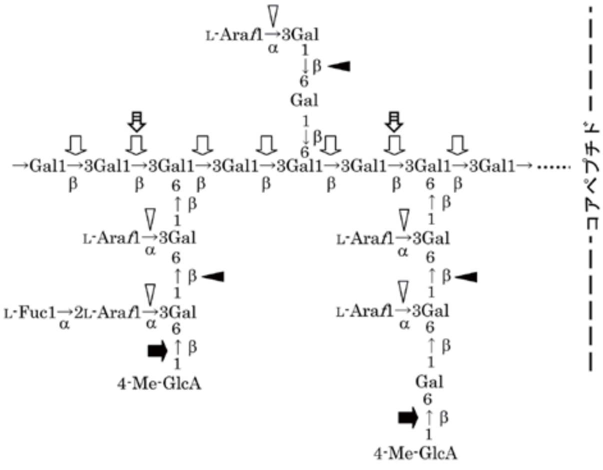


図 2 ダイコン成葉 AGP の部分糖鎖構造模式図
構造は簡略に描いてあるが，β-(1→6)-ガラクトシル残基から成る側鎖は 1 残基から少なくても 20 残基までの長い側鎖も含まれている．*f* はフラノース（5 員環）を示す．他の糖はピラノース（6 員環）である．
糖鎖分解酵素の作用点も合わせて示してある．⇩，エキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼ；◀，エンド-β-(1→6)-ガラクタナーゼ；➡，β-グルクロニダーゼ；▽，α-L-アラビノフラノシダーゼ；⇩，エンド-β-(1→3)-ガラクタナーゼ．

2-2 AGP の局在性と器官特異的発現

我々の研究室ではダイコンを研究材料に用いているが，ダイコン AGP の局在性を調べた．AGP の特徴の一つは連続したβ-(1→6)-ガラクトシル鎖なので，β-(1→6)-ガラクトテトラオースに対する抗体を作成して，ダイコン一次根（ダイコンの若い根）を免疫染色した．二次抗体には金粒子が結合しており電子顕微鏡で観察した結果，AGP 分子は細胞膜と細胞壁（細胞外マトリックス）に局在しているのが確認できた（図 3）[3]．本実験は金子康子先生（教育学部教授）のご指導の下に，当時の橋本洋一教授の下で勉学していた修士課程の菊池純夫君が主に担当した．

さらに，AGP の糖鎖の特徴として植物の器官や成長段階で，糖組成や糖鎖構造が異なることが知られており，AGP が情報分子として組織の分化・増殖に関わっている根拠の一つとなっている．ダイコンの成長に伴う AGP の構成糖の変化を図 4 に示す．発芽後 2 週間までのダイコンの一次根（スーパーストアで売られている貝割れダイコン位の成長段階）では AGP の L-Fuc 含量が高く，子葉，胚軸には L-Fuc が含まれていないことが判る．ダイコンが肥大・成長すると根の L-Fuc は消失し，代わりに，葉の AGP に L-Fuc が含まれるようになる[4]．“植物の血液型”と言うと奇異に感じると思われるが，当時の科学警察研究所の山本茂先生のご研究で，動物の血液型判定の手法を植物に適用とすると植物も ABO 式血液型類似活性を示すことが知られている．L-Fuc は動物の血液型 O（H）型の抗原決定基であり，ダイコンでも同様な活性があることが判った．確かに，AGP 糖鎖はダイコンでは器官特異的に発現しているがその生理的意義は今も不明のままである．

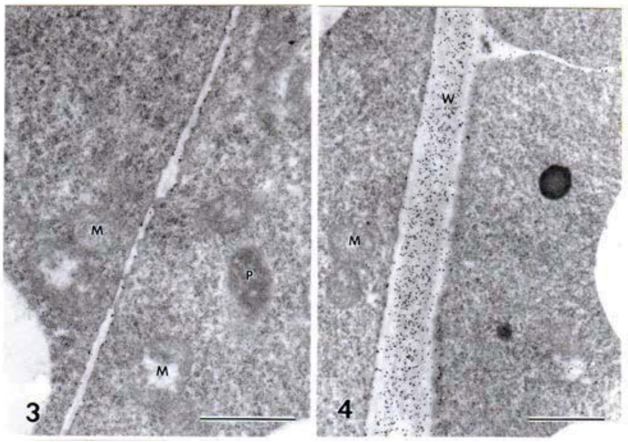


図 3 ダイコン一次根の根端細胞 AGP の免疫電子顕微鏡観察
AGP をウサギ抗β-(1→6)-Gal_4 抗体で検出した．二次抗体は金粒子を結合させたヤギ抗ウサギ IgG 抗体を使用した．図中の多数の小さな黒点が AGP の存在場所を示す．バー：1μm　M，ミトコンドリア; P，色素体; W，細胞壁．

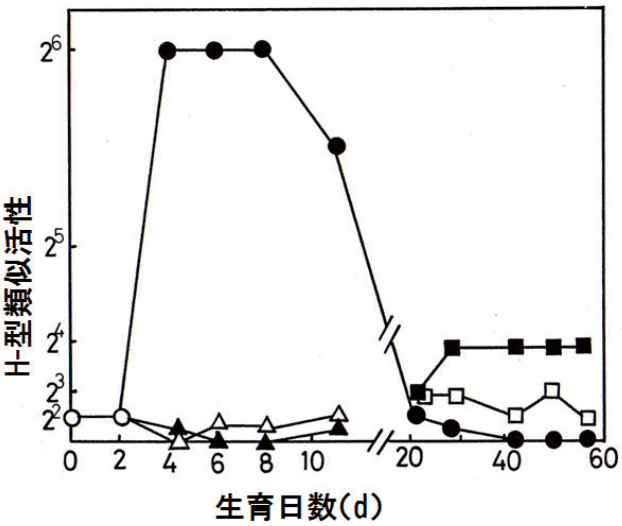


図 4 ダイコンの生長段階に伴う各器官の AGP の変化
横軸がダイコンの生育日数，縦軸がウナギ抗 H 凝集素を用いて調べた各器官の血液型 H-型類似活性（血球凝集阻止活性の強さ）を示す．活性が高いほど AGP 中の L-フコース（L-Fuc）含量が高い．
△ 子葉; ▲ 胚軸; ● 根; ■ 葉; □ 中肋(葉脈)

3. AGP の分解酵素

上述のように，細胞膜と細胞壁に局在する AGP 糖鎖は，重要な生理機能を担っていると以前から指摘されてきたが，その糖鎖構造は複雑であり，糖鎖-生理機能の相関性の解析はなかなか進展しなかった．多糖の構造解析には様々な分析手法が用いられる．例えば，NMR 分析，質量分析，等が広く用いられている．しかしながら，タンパク質の一次構造解析（アミノ酸配列解析）の際には，異なる基質特異性を持つタンパク質分解酵素（プロテアーゼ）を用いるが，糖鎖の場合でも同様で，異なる基質特異性を持つ酵素は糖鎖の構造解析，糖鎖の生理機能解析に有効なはずである．当研究室で AGP の研究を始めた頃は糖鎖

の分解酵素としては L-Ara 残基に作用するα-L-アラビノフラノシダーゼ以外は知られていなかった. AGP の特性である組織中の含量の少なさ, 糖鎖構造の複雑性が AGP 糖鎖の分解酵素活性探索・酵素精製の足かせになっており, 研究者が手を出すことができなかった(躊躇した)ためと思われる. 我々は, AGP 糖鎖の分解酵素が自然界にあるはずと考えて基質調製に取り組み, 酵素活性の探索, 酵素の精製, 遺伝子クローニング, を行ってきた. 以下に個別に取り上げるが, エキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼ, エンド-β-(1→6)-ガラクタナーゼ, エンド-β-(1→3)-ガラクタナーゼ, β-グルクロニダーゼ, 等を見出してその性質を明らかにしてきた. 今までに見出した酵素とその作用点のまとめを図 2 の糖鎖構造模式図に重ねて示す.

3-1 エキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼ

研究に着手した頃は, AGP 糖鎖の分解酵素の探索に用いることのできる基質はなかった. AGP そのものを基質にすると, どの部位が作用を受けているのか判らないので, 酵素活性検出のための基質作りから始めた. 市販のアカシアガムをスミス分解してβ-(1→3)-ガラクタンを調製した. スミス分解はメタ過ヨウ素酸ナトリウム($NaIO_4$)を用いた多糖の化学修飾方法で, 1960 年代にミネソタ大学の Fred Smith 先生が開発した手法である. スミス教授のもとで研究をされてきた三崎 旭先生(大阪市立大学教授, 当時)が多糖の構造解析に適用されており, 筆者が大阪市立大学博士課程在学時に教えて頂いた手法である. β-(1→3)-ガラクタンを基質に用いて酵素活性を探索したところ, キノコの仲間であるウスバタケ(*Irpex lacteus*)由来の酵素製剤「ドリセラーゼ」(飼料用添加物, 協和発酵バイオ(株)製, 当時)に活性を認めた. キノコは木材腐朽菌として, 植物組織を分解して栄養源としているので, 各種の植物細胞壁多糖分解酵素の宝庫といえる. 当時の橋本 洋一教授のもとで卒業研究を行っていた望月 伸悦君に手伝ってもらって各種クロマトグラフィーで酵素を精製しその性質を調べた [5]. 酵素研究一般に通じるが, 酵素の基質特異性を調べることは, 酵素の生体内での働きを明らかにする上で大切となる. 各種基質への作用のまとめを表 1 に示す. 本酵素は連続したβ-(1→3)-結合したガラクトオリゴ糖に特異的に作用し, β-(1→3)-ガラクタン, β-(1→3)-結合した 2 糖, 3 糖, 4 糖, 5 糖を分解することが判った. β-(1→4)-, β-(1→6)-結合したガラクトオリゴ糖には作用しない. ここで, メチル-β-ガラクトオリゴシドは National Institutes of Health(NIH)の Pavol Kováč 先生から提供して頂いた.

表 1 エキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼの多糖, オリゴ糖への作用

Substrate	Conc.	Relative rate of hydrolysis
		%
β-(1→3)-D-Galactan	5 mg/ml	100
β-(1→3)-Linked oligosaccharide		
Galactobiose	5 mM	34.9
Galactotriose	5 mM	43.1–67.4
Methyl β-D-galactotetraoside	5 mM	66.1
Methyl β-D-galactopentaoside	5 mM	90.6
Galactobiitol	5 mM	0.2
Galactotriitol	5 mM	0.9
β-(1→4)-Linked oligosaccharide		
Galactobiose	1 mg/ml	0
Galactotriose	1 mg/ml	0
Galactotetraose	1 mg/ml	0
Galactopentaose	1 mg/ml	0
β-(1→6)-Linked oligosaccharide		
Galactobiose	2 mM	0
Galactotriose	2 mM	0
Methyl β-D-galactopentaoside	2 mM	0
Methyl β-D-galactohexaoside	2 mM	0
Methyl β-D-galactoside	2 mM	0
p-Nitrophenyl β-D-galactoside	1 mM	0

エキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼはβ-(1→3)-結合ガラクトオリゴ糖, 多糖を分解するが, β-(1→4)-, β-(1→6)-結合したガラクトオリゴ糖には作用しない.

本酵素は図 5 のようにβ-(1→3)-ガラクタン主鎖の非還元末端から糖鎖を順番に切り出す作用機作を示した．β-(1→6)-ガラクタン側鎖が結合している分岐部分はバイパスして分解が進行するので，側鎖が結合していない場合は Gal が遊離し，側鎖はオリゴ糖として丸ごと切り出されることが判った．酵素生成物の構造を調べるため，ダイコン根 AGP にエキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼを作用させ，分解物を酸性糖画分と中性糖画分を分けた．酸性糖画分を Dionex 社の HPLC で調べたところ，約 20 のピークが検出された．その構造は 1 残基から約 20 残基までのβ-(1→6)-結合したガラクトオリゴ糖の非還元末端に 4-Me-β-GlcA が結合していることが判った（図 6）．それまでは AGP 糖鎖の平均的構造しか判らなかったが，本酵素を用いて調べた結果，AGP の糖鎖は重合度分布が広いβ-(1→6)-ガラクトシル側鎖を有することが明らかとなった．本酵素の作用特異性は従来知られていないタイプの酵素で，新たな EC 番号（EC 3.2.1.145）が付与された．EC 番号（酵素番号，Enzyme Commission numbers）は国際生化学分子生物学連合の酵素委員会が命名する酵素分類である．筆者の得た研究を進める上での教訓は，“基質があれば新規な酵素が見つかる”である．その後，本酵素をコードしている遺伝子は当研究室の小竹敬久准教授らによってクローニングされ，組換え酵素が調製されて用いられている．

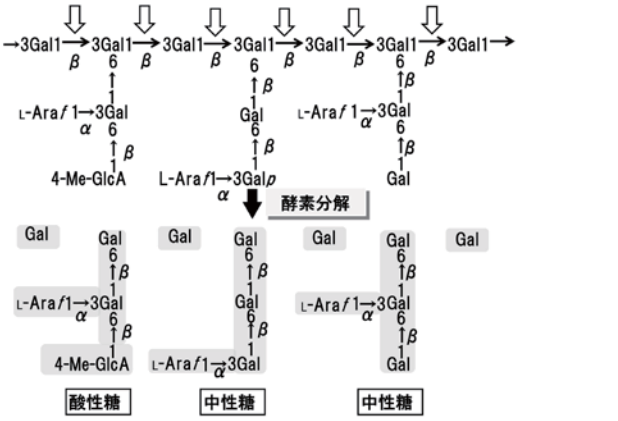


図 5 エキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼの AGP 糖鎖への作用と酵素分解生成物

本酵素は⇩で示したようにβ-(1→3)-ガラクタン主鎖の非還元末端から糖鎖を順番に切り出す酵素である．β-(1→6)-ガラクタン側鎖が結合している分岐部分はバイパスして分解が進行するので，側鎖が結合していない場合は Gal が遊離し，4-Me-GlcA が付加した側鎖（酸性糖）も付加していない側鎖（中性糖）もオリゴ糖として丸ごと切り出される．

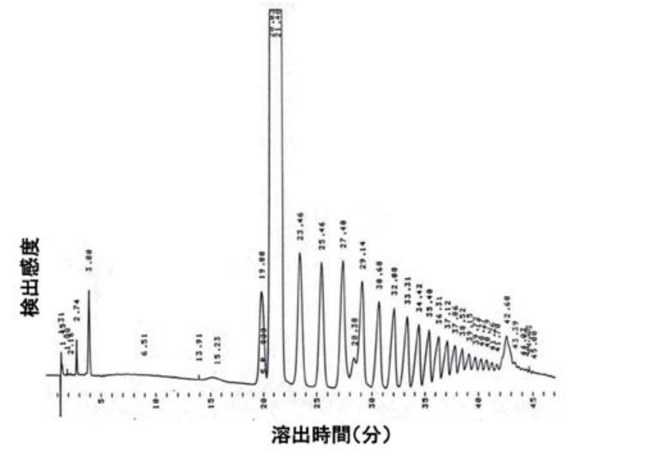


図 6 AGP 糖鎖のエキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼ分解で生じるオリゴ糖の分離

ダイコン根 AGP 糖鎖をエキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼで分解し，生じた酸性オリゴ糖を Dionex 社の HPLC で分離した．約 20 の重合度の異なるオリゴ糖が検出された．

3-2 エンド-β-(1→6)-ガラクタナーゼ

エキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼが見つかったので，他の特異性を持つ酵素も探してみた．エキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼの場合と同じであるが，酵素活性探索のための基質作りから始める必要があった．前述の NIH の Kováč 先生から教えて頂いて，緑藻類の一種である *Prototheca zopfii* の細胞壁から多糖を調製した．本多糖は比較的β-(1→6)-結合した Gal の含量が高いので，本酵素の活性測定に有用であった．この藻類は緑藻類に分類されているが葉緑体を持たず，以前は酵母に分類されていた．本藻類は寒天培地で生育できるので作業は単純であるが，必要量の多糖を調製するにはかなりの作業が伴った．エンド-β-(1→6)-ガラクタナーゼの活性はカビの一種である *Trichoderma viride* の酵素製剤「オノズカ R-10」に見いだせたので，修士課程の桶本 和男君に手伝ってもらって本酵素剤から酵素を精製した．エンド-β-(1→6)-ガラクタナーゼは 2 糖には作用しないが，3 糖以上の連続したβ-(1→6)-結合したガラクトオリゴ糖を特異

的に分解した．β-(1→3)-, β-(1→4)-結合したオリゴ糖には作用しない．非還元末端にβ-GlcA または 4-Me-β-GlcA が結合していてもβ-(1→6)-ガラクトシル部分に作用できる．Kováč 先生から頂いたメチル-β-(1→6)-ガラクトヘキサオシドに本酵素を作用させて継時的に反応生成物を標識して HPLC で調べた（図 7）．反応初期には 2, 3, 4, 5 糖が生じ，最終段階では Gal と 2 糖（Gal_2）が生じた．本法では酵素で分解されて生じる還元末端を持つオリゴ糖のみが検出されるので，本酵素はエンド型に AGP の側鎖構造を分解する酵素であることが判った [6]．本酵素も新規なタイプの酵素なので，新たな EC 番号（EC 3.2.1.164）が付与された．

3-3 エンド-β-(1→3)-ガラクタナーゼ

最近（2011 年）に見いだしたのがエンド- β-(1→3)-ガラクタナーゼである．本酵素は主に修士課程の平田 尚弘君が実験を行い，酵素を精製してその性状を明らかにした [7]．上記のエキソ- β-(1→3)-ガラクタナーゼと本項のエンド- β-(1→3)-ガラクタナーゼはどこが違うのか，一般にはイメージは湧かないのではないかと思う．簡単に説明すれば，エキソ型は端から分解し，エンド型は内部に作用するという作用部位の違いがある．本分野に携わる者にとっては，結構面白い研究課題であり，長年探索し続けた酵素である．繰り返しになるが，やはり基質作りが必要で，当研究室前任教授でおられて前田昌徹先生のご指導を頂いた．酵素活性はエノキタケ（*Flammulina velutipes*）に見いだすことができた．エノキタケはスーパーストア等でよく見かける食材だが，酵素はキノコ（子実体）ではなく液体培養して増殖する菌糸体から精製した．培養日数も 20 日間程必要なので，基質の存在によって誘導される誘導酵素と思われる．各種オリゴ糖を用いて基質特異性を調べた所，2 糖には作用しないが，3 糖以上の連続したβ-(1→3)-結合したガラクトオリゴ糖を特異的に分解した．β-(1→6)-, β-(1→4)-結合したオリゴ糖には作用しないことが判った（図 8）．つまり，基質への作用の点では，上記のエンド- β-(1→6)-ガラクタナーゼのβ-(1→3)-版と言える．本酵素も新規なタイプなので EC 番号（EC 3.2.1.181）が

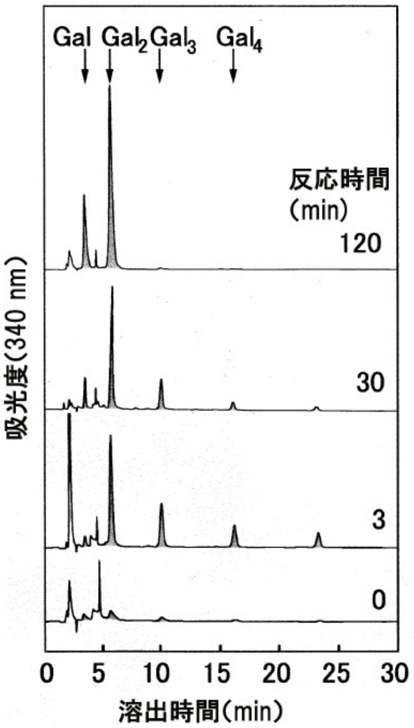


図 7 エンド- β -(1→6)-ガラクタナーゼによるメチル- β -(1→6)-ガラクトヘキサオシド分解の経時変化
酵素分解物を*p*-aminobenzoic acid ethyl ester で蛍光標識し，経時的に HPLC で分析した．反応初期には 2～5 糖が検出され，最終産物は Gal と 2 糖（Gal_2）であった．図中の Gal, $Gal_{2,3,4}$ は標準β -(1→6)-ガラクトオリゴ糖の溶出位置である．

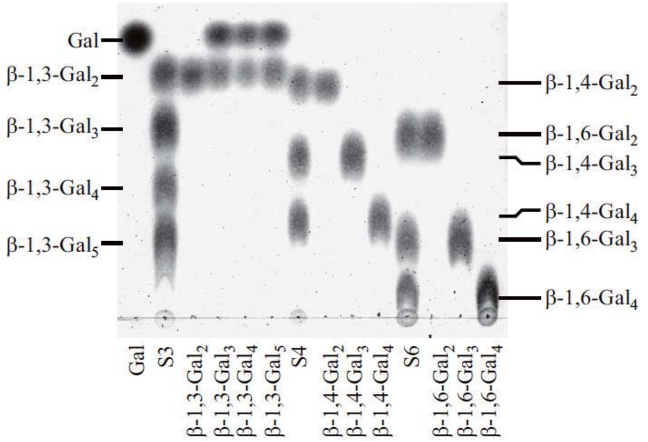
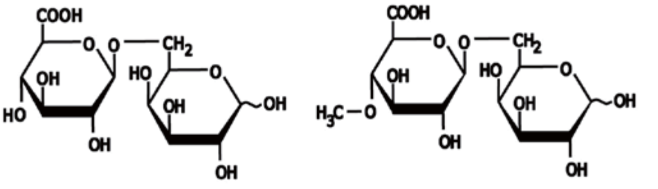


図 8 エンド- β -(1→3)-ガラクタナーゼの各種オリゴ糖への作用
酵素を結合様式の異なる各種オリゴ糖に作用させて分解産物を薄層クロマトグラフィーで分離検出した．酵素はβ -(1→3)-結合した 3 糖以上のガラクトオリゴ糖（β -1,3-$Gal_{3,4,5}$）を分解して，Gal と Gal_2 を生じた．一方，β -(1→6)-, β -(1→4)-結合したオリゴ糖には作用しなかった．図中の S3, S4, S6 はβ -(1→3)-, β-(1→4)-, およびβ -(1→6)-結合したガラクトオリゴ糖標準糖混合物である．

付与されている．このようにして，AGP 糖鎖のβ-(1→3)/(1→6)-ガラクタン骨格へ作用する３種類の酵素を用いることができるようになったので（図 2），糖鎖の構造解析に弾みがつくと共に，当研究室では酵素分解で得られるオリゴ糖などの生理機能解析を進めている．

3-4 β-グルクロニダーゼ

AGP 糖鎖の非還元末端には GlcA または 4-Me-β-GlcA 残基が結合している．このウロン酸残基に作用する酵素は知られていなかったので，本酵素活性を探索した．ここでも基質作りが必要なので，東京大学生産技術研究所名誉教授の熊野谿 従先生のご指導を得て，漆を購入して多糖画分を調製して GlcA と 4-Me-β-GlcA を含んだ各種酸性オリゴ糖を調製した．オリゴ糖の構造例を図 9 に示す．これらのオリゴ糖に作用するβ -グルクロニダーゼは黒コウジカビ（*Aspergillus niger*）の酵素製剤「Pectinex Ultra SP-L」から精製してその性質を調べた [8]．実験は主に修士課程の黒山浩之君，組換え酵素に関しては博士課程の古西智之君が行った．その結果，本酵素はこれらのオリゴ糖に良く作用し，β-GlcA-(1→6)-$Gal_{1,2}$ や 4-Me-β-GlcA-(1→6)-$Gal_{1,2,3}$ をウロン酸（GlcA，4-Me-GlcA）と Gal またはガラクトオリゴ糖（$Gal_{2,3}$）に分解した．また，ガラクトオリゴ糖の鎖長が長くなるにつれ分解度が高まることも判った．ただし，AGP 糖鎖由来の酸性オリゴ糖には良く作用するが GlcA が Gal とβ-(1→3)-結合しているオリゴ糖にはあまり作用しない．本酵素は糖転移活性を示すことも判った．パラニトロフェニィル-β-グルクロナイドを供与体，各種単糖を受容体として反応させた．受容体には Gal，グルコース（Glc），キシロース（Xyl）を用いた．反応産物として，グルクロン酸と Gal が結合したオリゴ糖，Glc，Xyl が結合したと思われるオリゴ糖が生じた．これらのオリゴ糖の構造は未同定のままだが，AGP 由来のオリゴ糖の生理活性を調べる際の対照標品になるかもしれない．



β-GlcA-(1→6)-Gal　4-Me-β-GlcA-(1→6)-Gal

図 9 ウロン酸（GlcA，4-Me-GlcA）を含んだガラクトオリゴ糖の構造

3-5 植物体内での AGP の分解

以上は微生物由来の AGP 糖鎖分解酵素に関する研究であるが，植物体内での AGP 糖鎖の代謝はどうなっているか興味を持ち，植物組織の分解酵素を調べた．AGP は情報分子として認識されているので，AGP 糖鎖の合成と分解の仕組みに関心がもたれている [1]．植物体内では，今のところエキソ-β-(1→3)-ガラクタナーゼ，エンド-β-(1→6)-ガラクタナーゼ，といった酵素（glycanase）活性は見つからず，各種グリコシダーゼ（glycosidase）が作用して糖鎖が分解されると思われる．ダイコン種子からβ-ガラクトシダーゼを精製してその性質を調べたところ，酵素はβ-(1→3)-，(1→6)-結合したガラクトオリゴ糖に良く作用し，鎖長が伸びるほど分解度が高まることが判った．β-(1→4)-結合したオリゴ糖には作用しないが，ラクトース [β-Gal-(1→4)-Glc]には比較的良く作用する．図 10 はダイコンの組換えβ-ガラクトシダーゼと微生物由来のα-L-アラビノフラノシダーゼとβ-グルクロニダーゼを単独で，または同時に作用させて AGP 糖鎖の経時的分解率を調べた結果である．三種類の酵素をそれぞれ単独で作用させた場合は糖鎖の分解はあまり進まないが，酵素を同時に働かせると AGP 糖鎖の約 85%が分解された．これらの実験は主に修士課程の関亦正幸君，畠 恵司君，留学生の Dina Soraya さんが行った．植物体内では，AGP の代謝回転は各種グリコシダーゼの協調作用で制御されていると思われる [9]．キビ細胞を使った研究では AGP 糖鎖の組織内での代謝回転（turnover）は非常に速いことが知られている [10]．しかしながら，植物組織に含まれるβ-グルクロニダーゼは一般的に活性が弱く，ダイコン葉の場合，β-ガラクトシダーゼの活性を 100 とすると，β-グルクロニダーゼの活性は 0.2 と極めて低い．AGP の代謝回転の制御は複雑であり生合成と分解が調和を保っているはずである．生体内には，β-グルクロニダーゼの働きを促進するような未知な仕組みが備わっているのだ

ろうか？

3-6 AGP 糖鎖分解酵素の活用

このような酵素を用いて AGP 糖鎖の構造解析を進めた．修士課程の下田良平君，岡部耕平君が担当してダイコン根の AGP 糖鎖構造，特に，糖鎖中の L-Ara 残基の存在様式に着目して解析した [11]．解析を進めるにあたっては理工学研究科機能材料工学コースの松岡浩司先生，小山哲夫博士，等のご協力を頂いた．世界的には AGP に携わる研究者は多いとは言えないが，当研究室の見出した酵素への問い合わせも多く，各種の微生物培養液等から精製した酵素，組換え酵素を各国の研究者に提供してきた．とりわけ，ケンブリッジ大学の Paul Dupree 教授，Theodora Tryona 博士らと共同で，アラビドプシス AGP の糖鎖構造等に関して研究成果を挙げることができた [12]．AGP に関する研究の目的の一つは糖鎖-生理機能の相関性の解析であるが，糖鎖構造解析の進展に相まって実験を進めている．また，今までは AGP の糖鎖に着目してきたが，コアタンパク質の代謝の仕組みの解析にも取り組んでいる．AGP コアタンパク質はプロリン（Pro），ヒドロキシプロリン（Hyp）に富んでいるので AGP 特異的タンパク質分解酵素の存在が推定される．一方で，植物体の中にこれらの AGP 糖鎖分解酵素を組込み，様々なタイミングに働かせて植物体の AGP 糖鎖の構造を変化させて表現型を調べることができる．このような取り組みを通した AGP の機能解析の進展を期待したい．

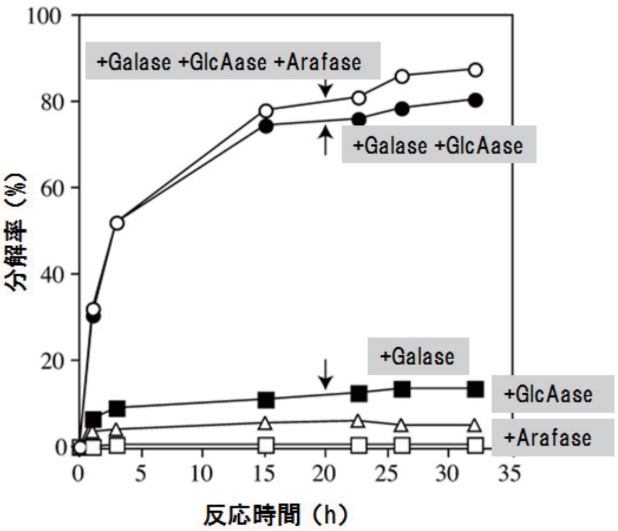


図 10 ダイコン AGP 糖鎖の各種グリコシダーゼの協同作用による分解
予めα-L-アラビノフラノシダーゼ（Arafase）で処理したダイコン AGP にダイコンの組換えβ-ガラクトシダーゼ（Galase），微生物由来の Arafase，β-グルクロニダーゼ（GlcAase）を単独，または同時に添加して糖鎖の分解率を継時的に調べた．図中の矢印は反応 20 時間目の反応液への Galase の追加を示す．3 種の酵素の協同作用で AGP 糖鎖のほとんど（85%）が分解された．

参考文献

1. Showalter AM, “Arabinogalactan-proteins: structure, expression and function”, Cell. Mol. Life Sci., 58, 1399–1417 (2001).
2. Haque MA, Kotake T, and Tsumuraya Y, “Mode of action of β-glucuronidase on the sugar chains of arabinogalactan-protein”, Biosci. Biotechnol. Biochem., 69, 2170-2177 (2005).
3. Kikuchi S, Ohinata A, Tsumuraya Y, Hashimoto Y, Kaneko Y, and Matsushima H, “Production and characterization of antibodies to the β-(1→6)-galactotetraosyl group and their interaction with arabinogalactan-proteins”, Planta, 190, 525-535 (1993).
4. Tsumuraya Y, Ogura K, Hashimoto Y, Mukoyama H, and Yamamoto S, “Arabinogalactan-proteins from primary and mature roots of radish (*Raphanus sativus* L.)”, Plant Physiol., 86, 155-160 (1988).
5. Tsumuraya Y, Mochizuki N, Hashimoto Y, and Kováč P, “Purification of an exo-β-(1→3)-D-galactanase of *Irpex lacteus* (*Polyporus tulipiferae*) and its action on arabinogalactan-proteins”, J. Biol. Chem., 265, 7207-7215 (1990).
6. Okemoto K, Uekita T, Tsumuraya Y, Hashimoto Y, and Kasama T, “Purification and characterization of an endo-β-(1→6)-galactanase from *Trichoderma viride*”, Carbohydr. Res., 338, 219-230 (2003).

7. Kotake T, Hirata N, Degi Y, Ishiguro M, Kitazawa K, Takata R, Ichinose H, Kaneko S, Igarashi K, Samejima M, and Tsumuraya Y, “Endo-β-1,3-galactanase from winter mushroom (*Flammulina velutipes*)”, J. Biol. Chem., 286, 27848-27854 (2011).
8. Kuroyama H, Tsutsui N, Hashimoto Y, and Tsumuraya Y, “Purification and characterization of a β-glucuronidase from *Aspergillus niger*”, Carbohydr. Res., 333, 27-39 (2001).
9. Kotake T, Dina S, Konishi T, Kaneko S, Igarashi K, Samejima M, Watanabe Y, Kimura K, and Tsumuraya Y, “Molecular cloning of a β-galactosidase from radish that specifically hydrolyzes β-(1→3)- and β-(1→6)-galactosyl residues of arabinogalactan protein”, Plant Physiol., 138, 1563-1576 (2005).
10. Gibeaut DM and Carpita NC, “Tracing cell wall biogenesis in intact cells and plants”, Plant Physiol., 97, 551-561 (1991).
11. Shimoda R, Okabe K, Kotake T, Matsuoka K, Koyama T, Tryfona T,. Liang H-C, Dupree P, and Tsumuraya Y, “Enzymatic fragmentation of carbohydrate moieties of radish arabinogalactan-protein and elucidation of the structures”, Biosci. Biotech. Biochem., 78, 818-831 (2014).
12. Tryfona T, Liang H-C, Kotake T, Tsumuraya Y, Stephens E, and Dupree P, “Structural characterization of Arabidopsis leaf arabinogalactan polysaccharides”, Plant Physiol., 160, 653-666 (2012).

《マイレビュー》

Ti-Ta-Sn 合金による未破裂脳動脈瘤血管内治療用コイルの開発 Scaffold coil 材料としての適性評価

Development of endovascular treatment coil of unruptured cerebral aneurysm of the Ti-Ta-Sn alloy Evaluation of the biocompatibility as a scaffold coil for aneurysm endovascular treatment

理工学研究科人間支援・科学部門　森田真史
総合技術支援センター　三木将仁
日本ピストンリング㈱　石川佳樹，　竹口俊輔

Abstract

We recently developed a shape-memory alloy, Ti-Ta-Sn, which exhibits an increase in Young's modulus after transformation from the martensite parent phase at 423 K. The Ti-Ta-Sn alloy is superior to conventional Ti alloys as a biomaterial because of its low rigidity and high strength. Furthermore, anode polarization test and metal-ion elution test in quasi-body fluids (RPMI-1640, PBS) suggest that the alloy has excellent biocompatibility. In addition, the alloy has excellent magnetic susceptibility, good heating characteristics during MRI inspection, and visibility in transmitted X-ray images.

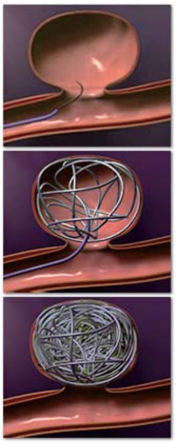
1. 未破裂脳動脈瘤治療用塞栓コイルの現状

1-1 脳動脈瘤血管内治療コイル塞栓術の動向

脳動脈瘤の治療は頭蓋を切開するクリッピング手術に代わって侵襲のより少ない塞栓コイルによる血管内治療へと移行しつつある．塞栓コイルは 1980 年に開発，1991 年 FDA，1997 年日本厚労省承認を得て臨床応用されたばかりで臨床応用の歴史は浅く，デバイスを含めて手術手技が十分に確立されておらず，治療技術，安全性，信頼性に対する課題も多い．また，国内需要は年々急増しているにも拘らず，認可されている種類は限られており脳動脈瘤根治術における塞栓術の比率は欧

未破裂脳動脈瘤の血管内治療リスクの比較

Johnston SC, et.al. Ann Neurology. 2000; 48:11-19より引用



Pt塞栓コイルによる
未破裂動脈瘤の治療

【方法】カリフォルニア州立大学サンフランシスコ病院での未破裂脳動脈瘤130症例について、開頭手術（クリッピング術）と血管内治療（コイル塞栓術）を盲検的に実施。治療成績を比較した。

結果	開頭手術 (n=68)	血管内治療 (n=62)
Rankin Scale 悪化　2以上（通常の自立生活可）	**25％**	**8％**
入院期間(日数)	7.7	5.0
医療費	$38,000	$33,400
新症状 / 機能障害（平均 3.9年経過時点	**34％**	8％
回復期間	1 年	27 日

結論：
未破裂脳動脈瘤のコイル塞栓術は、クリッピング術と比べて合併症の減少と回復期間の短縮が認められました。

図1　塞栓コイルによる脳動脈瘤血管内治療

米に比べて著しく低いのが現状である.

2006 年春より, 本邦ではMicrus社Micruspere®コイルとMicrovention社Microplex complex®コイルが認可された. いずれもframing用とfilling用の 2 種類のコイルで構成されている. 欧米では既に前者は年間 2000 例, 85000 本, 後者は 6000 本以上の使用実績がある. また, Matrix社製Cerecyte®（組織応答誘導型コイル）は本邦では未だ未承認である. また, 塞栓物質としてはPt-Wコイルの高密度充填が一般的であったが, 近年, 吸水性ポリマーの膨潤を利用して瘤腔内を塞栓するHydrocoil®も開発され, 欧米では臨床使用されている. このように, 塞栓コイルの技術開発は, 近年, 目覚ましいものがある.

1-2 塞栓コイルの臨床応用と技術的課題

多くの市販コイルに使用されているPt-W 合金線の引き抜き加工は, 外径 φ0.05mm が限界とされている. より細線加工が可能になることで脳動脈瘤塞栓術の操作性が向上し, コイル塞栓術の手術手技が容易になり, 施術に対する安全性の飛躍的向上が期待される.

また, 従来のコイル塞栓術では以下のような脳動脈瘤における治療の限界が指摘されている. すなわち, 1）サイズの大きな瘤, 2）血栓化動脈瘤, 3）neck の広い瘤（dome/neck aspect 比＜1）, 等である. これらの対応策として, 1）補助テクニックとして Balloon remodering technique, Double microcatheter technique, Stent-assist technique などの応用, 2）コイル形状の工夫で瘤内での安定留置性を改善, 3）コイル表面の組織親和性向上による瘤内組織化を図る, 4）吸水性ポリマーによる塞栓物質の膨潤を利用した瘤内塞栓率の向上, などの指摘がある.

これまでに当研究室で実施した SUS316L, Co-Cr-Mo, Ni-Ti 金属ワイヤの電気化学耐食性試験, ラット筋肉内埋埴試験（*In vivo* 試験）, および L929 線維芽細胞, U937 ヒト胸腺由来マクロファージによる細胞毒性試験（*In vitro* 試験）の結果では, ①超弾性を示す Ni-Ti 合金は血管内で孔食腐食を起こす可能性があること, ②SUS316L ステンレス鋼や Co-Cr-Mo 合金も同様に耐食性に問題があり, かつ超弾性を示さないため塞栓コイルには不向きであること, また, ③SUS316L ステンレス鋼や Co-Cr-Mo 合金の溶出イオンは細胞毒性が強いことなどが明らかになった. 従来の塞栓コイルに代わる血管内治療用具の新たな材料開発が望まれる.

2. 組織再生型 Scaffold Coil の開発

従来の Pt-W 塞栓コイルは瘤内のコイル充填率をあげることで血流を遮断し, 瘤の破裂を防止する. 充填率が低いと塞栓で遮断された血流が再開通するので瘤破裂の危険性が以前にも増して高くなる. また, 充填率を上げるには瘤の内腔を広げる framing 用コイルの他に塞栓材料としての長・短種々な filling 用コイルを多数（1回の施術で平均 3-15 本ほど使用）塞栓物質として留置する必要があり, 施術に要する時間の長期化, 施術者や患者の精神的, 肉体的負担, 治療費や施術の安全性に関する負担は大きい.

新たに開発した Ti-Ta-Sn 合金は超弾性, 形状記憶特性を示し, 耐食性, 生体適合性, 伸線引き抜き加工性の面で SUS316L,Co-Cr,Ni-Ti 合金などの既存の血管内治療用生体材料を凌駕することが確認された. また, 従来のコイル加工には観られない高度な伸線加工（φ0.03mm）が実現可能である. また, 細胞親和性に優れ, 血管内皮組織の再生化を誘導するScaffold型コイルに適した生体適合性を有しているため, 瘤内皮組織をコイル間隙に侵入形成させることで血管内皮組織とコイルを一体化し, 瘤内血管壁(dome)の肥厚化と金属製コイルによる血管壁の補強効果によって破裂を防止できることが期待される.

3. Ti-Ta-Sn 合金の生体材料としての材料学的適正評価 [1,2)]

3-1 材料学的性質

純チタンは 1155K に α 相(hcp)⇔ β 相(bcc)の同素変態があり，変態温度は添加元素によって変化してミクロ組織から α 型，α＋β 型，β 型に分類される．

現在，チタン合金の中では α＋β 型である Ti-6Al-4V が強度，延性のバランスが良好であるため最も広く使われており工業用だけではなく生体用材料としても人工股関節や人工膝関節などに使用されているが，V の細胞毒性が懸念されている．また，β 型は bcc 構造のため α＋β 型より冷間加工性が優れ，熱処理により α＋β 型以上の強度が得られ，純チタンや α+β 型よりヤング率が低い特徴があるため V を添加しない Ti-Mo 系や Ti-Nb 系などは人工股関節のステムへの利用が検討されている．一方，β 型チタン合金の中には Ni-Ti に代表される形状記憶性や超弾性を発現する組成があり，β 安定化元素を適量添加することで発生する β から α’’(斜方晶)への熱弾性型マルテンサイト変態に起因している．

医療材料としては Ni-Ti が歯列矯正ワイヤやガイドワイヤの様に形状記憶性より超弾性を利用した製品が使われているが，Ni のアレルギー性が懸念されている背景から Ni フリーの β 型チタン形状記憶合金が研究されている．

開発した Ti-Ta-Sn 合金も Ni フリーの β 型チタン形状記憶合金に属し，変態温度が 150ºC であるため常温で超弾性は示さないが，熱処理の適正化により高強度，低ヤング率，高弾性ひずみ限界を有する可能性があるため材質の高度化を検討し，生体用金属材料として具備すべき高い耐食性，および MRI および X 線に代表される画像診断における優位性を確認した．β 型チタン合金は β 変態点付近の温度で溶体化処理され，引き続いて 773K 近傍の温度で時効処理を行う場合と，溶体化処理後に 60～90%程の冷間圧延加工等の時効処理を行う場合がある．いずれも時効処理により微細に α 相を析出させることで高強度化が実現されるが，後者は冷間塑性加工を挟むことでひずみ硬化も利用した手法である．基本的に主相は β 相であるため bcc 構造に起因した低ヤング率となるが組成によっては α’’相に由来する場合もある．

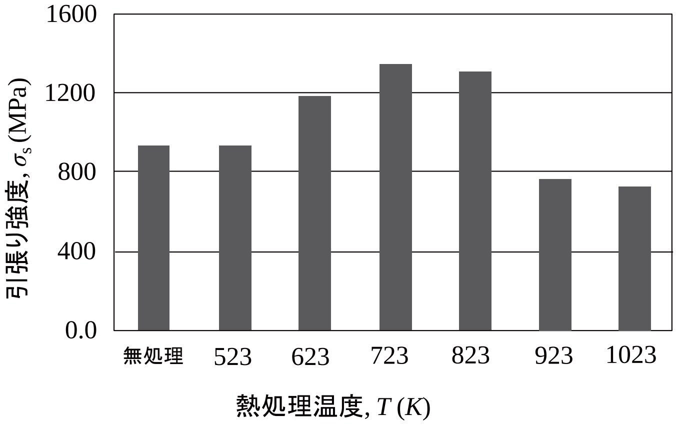


図2 Ti-23Ta-3Sn の熱処理と引張り強度

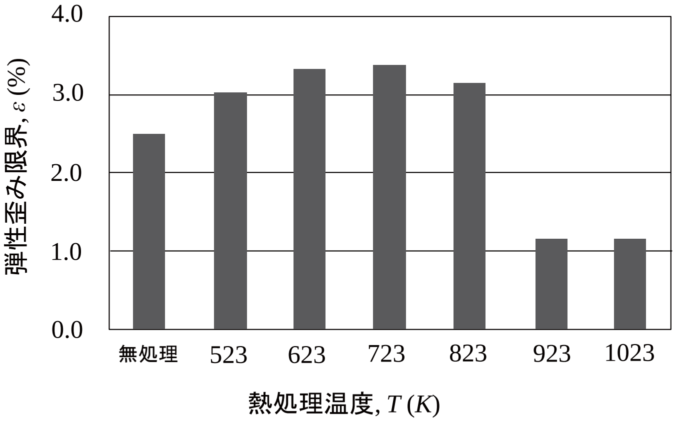


図3 Ti-23Ta-3Snの熱処理と弾性歪み限界

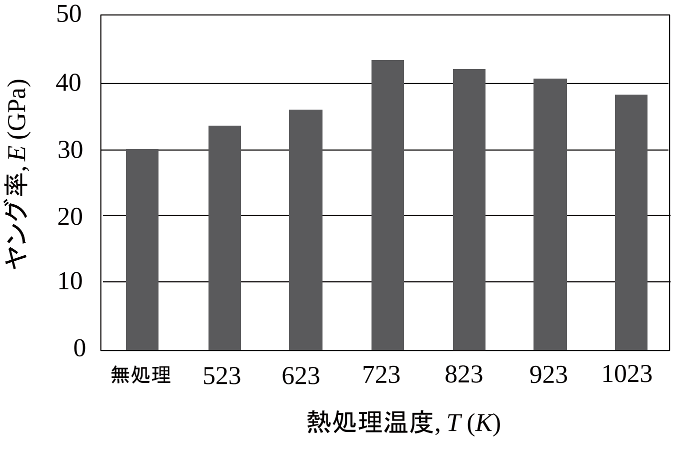


図4 Ti-23Ta-3Sn の熱処理とヤング率

3-2 機械的性質

今回開発したTi-Ta-Sn合金は溶体化処理後，77%の減面率で伸線加工しφ0.5mmの素線を製作し250ºC～750ºCの間で時効処理を実施して引張り強度，ヤング率，弾性ひずみ限界を評価した．β型チタン合金の時効処理は250℃近辺以下ではα相析出の前にω相の析出等の可能性があるため下限温度は523Kとし，上限はこの材料のβ変態点近傍の温度である1023Kとした．時効処理後の材質目標は一般的なβ型チタン合金を参考とし，引張強度1200MPa以上，弾性ひずみ限界2%以上とした．

図2に各時効処理温度による引張り強度の結果を示す．この材料は723Kで最も高く1360MPaを示し，熱処理前より約400MPa高くなった．この現象の原因究明のため，低温で熱処理したものについてX線回折法による相同定を行った結果，β相よりピーク強度が小さくXRDパターンがα相，α'相，Ti_3Sn相に酷似しているため判別は出来なかったがα相およびTi_3Sn相が検出された．従って，初析α相の析出かTi_3Snの析出，または両相の析出と熱処理前の加工によるひずみ硬化の影響のため強度が上昇すると考えられた．また，図3，4に各時効試料温度による弾性ひずみ限界とヤング率の変化を示す．723K処理材が0.5%以内に回帰する弾性ひずみが最も大きく3.4%であり，弾性率は40GPa程度であった．

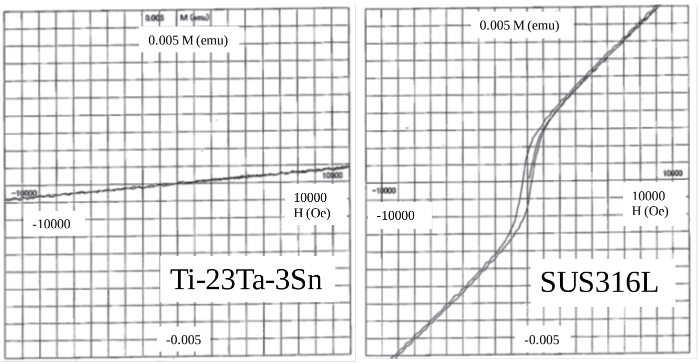


図5 Ti-23Ta-3SnとSUS316Lの磁化曲線

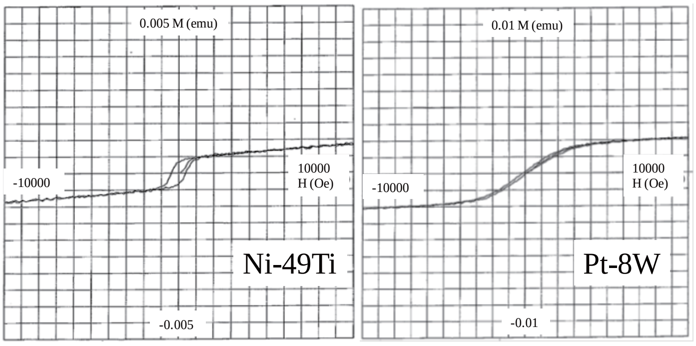


図6 Ni-49TiとPt-8Wの磁化曲線

3-3 電磁気学的性質

1) 磁化率測定

理研電子製振動試料型磁力計BHV-5を用いて室温(298K)，最大印加磁場10KOe，sweep速度5min/loopで，供試材はTi-23Ta-3Snの他にSUS316L，Ni-49Ti，Pt-8Wの4種類とし，全種類ともφ0.5mmの線材を供試材とした．振動試料型磁力測定法は磁化された試料を一定の振幅と周波数で正弦波状に振動させ，資料近傍に設置した検出コイルが誘起する交流の誘導起電力を検出しその大きさから磁化の強さを求める方法である．透磁率は得られた初磁化曲線の各磁場における磁化から次式により算出した．

表1 各試料の比透磁率

Ti-23Ta-3Sn	SUS316L	Ni-49Ti	Pt-8W
1.0006	1.0120	1.0040	1.0010

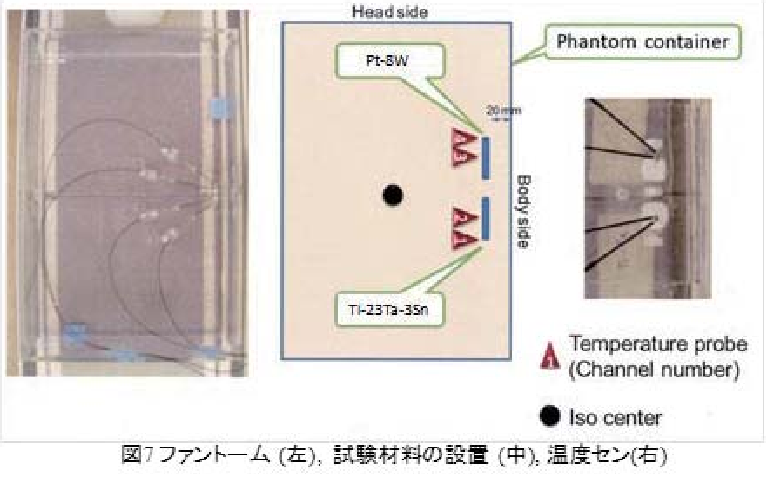


図7 ファントーム (左)，試験材料の設置 (中)，温度セン(右)

透磁率 μ = {(4πemu/cc)/H}+1
H：磁場(エルステッド)
図5, 6に測定結果を示す. また, 表1に供試材の比透磁率を示す.

2) MRIによる発熱測定

図7にファントムに試験片を配置した状態を, 図8にMRIによる発熱温度測定を示す. 供試材は外径φ1.3mm, 内径 φ1.1mm, 長さ 2.0mm の円筒形状のTi-23Ta-3SnとPt-8Wの2種類とした. MRI装置はGE Healthcare 社製 3.0T Signa HDxt optima Editionを使用し, Body side (縦) 670mm, Head side (横) 440mm, 高さ 165mm のアクリル製ファントムをMRIテーブル上に置き, 被検体ホルダーに試験片をセットした後, 被検体ホルダーを発熱が最大となるBody side中央, 側面から2cm離した位置にセットした. 光ファイバー温度計のプローブは試験片の中央部とアイソセンターから遠い側のエッジ近傍(1mm)に配置した, その後, ポリアクリル酸ゲルを空気玉ができない様にゆっくり流し込み, ファントムに蓋をしてマグネットのアイソセンターにテーブルを移動した. 温度測定はRFを印加しない状態で2分間測定し, ASTM指定条件でRF照射を15分間以上印加し, その間のファントム内の温度を1秒間隔で測定した. また, 同様にして試験片のセット無しの状態でファントム内の同位置の温度測定を実施し, 試験片をセットした場合との温度差を算出し, 試験片の影響による温度上昇を確認した. 表2に結果を示す.

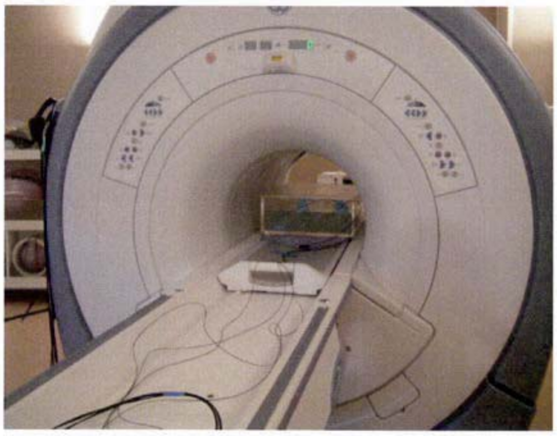


図8 MRIによる金属片の発熱温度の測定

表2 MRI照射による金属材料の上昇温度

Materials	Ti-23Ta-3Sn		Pt-8W	
Probe Channel number	1ch	2ch	3ch	4ch
With Specimen, T (K)	1.20	1.20	1.20	1.10
Without Specimen, T (K)	1.10	1.10	1.10	1.00
Difference, ΔT (K)	0.10	0.10	0.10	0.10

3) X線検査画像による視認性確認

体重約 3kgw の成熟家兎の腹部大動脈に外径φ1.3mm, 内径 φ1.1mm, 長さ 2.0mm の Ni-49Ti, Ti-23Ta-3Sn, Pt-8W の各試験片を挿入し, Dicom View社製透過X線撮影装置OEC9600で撮影した. 図 9 に各供試材の X 線透過像を示す. Ti-23Ta-3Nbの視認性は良好であった.

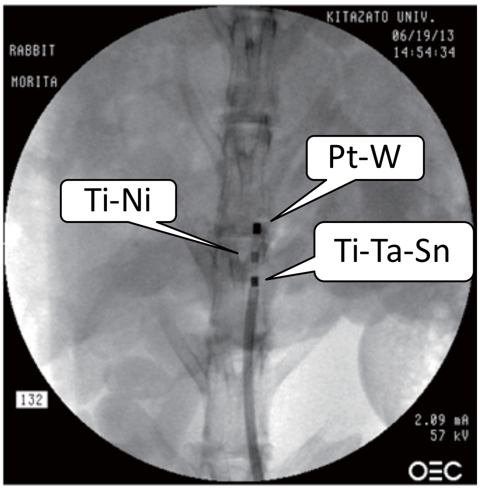


図9 各種金属のX線視認性の比較

3-4 電気化学的性質

1）金属元素粉末のイオン溶出試験

蒸気圧滅菌した RPMI-1640（Roswell Park Memorial Institute）合成培地を疑似体液として25mlをポリプロピレン製遠沈管に準備し, 金属粉2gを疑似体液に浸漬し, 310Kの振とう恒温槽中で10

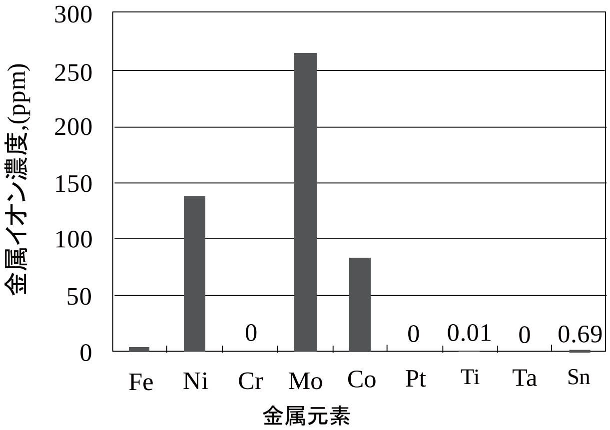


図.10 疑似体液（PBS）中への金属溶出量の比較

日間溶出させた．なお金属粉末は開発材の構成元素であるTi, Ta, Snの他に比較対照としてFe, Ni, Cr, Mo, Co, Pt を加えて 9 種類とした．上記液を孔サイズ 0.2μm のフィルタでろ過し，疑似体液中の金属粉のみ除去後 1ml を試験管に採取して濃硝酸で加熱分解して ICP 分析により溶出した金属イオン濃度を測定した．図10に濃度測定の結果をします．Ti-Ta-Sn を構成する元素はいずれも溶出量は検出不能か微量であった．

2）アノード分極試験

供試材は Ti-Ta-Sn の他に SUS316L，Co-Cr-Mo，Ni-49Ti の 4 種類とし，全種類とも φ0.5mm の線材を用いた．アノード分極試験に用いた Solartron 社製ポテンショスタット（図 11）を用いて供試材を作用電極，Pt 線を対極，Hg/HgCl を参照電極としてアノード分極試験を行った．疑似体液として 310K のリン酸緩衝生理的食塩水（PBS）500mlを用い，作用電極に-1V から+2V（vs SCE）まで 0.33mV/sec の掃引速度で電圧を負荷して対極との間で流れる電流を測定した．供試材は前処理として各 5min のアセトンによる超音波洗浄とエチルアルコールによる超音波洗浄，DDW による超音波洗浄を実施し，323K の乾燥炉中で 60 分間乾燥後，エポキシ樹脂を包埋し樹脂硬化後に実験に供した．結果を図 12, 13 に示す．従来の生体材料に比して，いずれの Ti-Ta-Sn 合金も高い耐食性を示した．

図11 ポテンショスタットによる電気化学試験

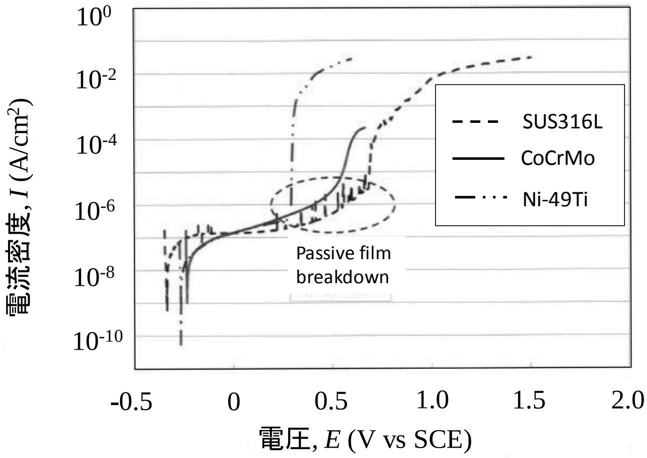


図12 疑似体液（PBS)環境でのSUS316L, CoCrMo, TiNiのアノード分極特性

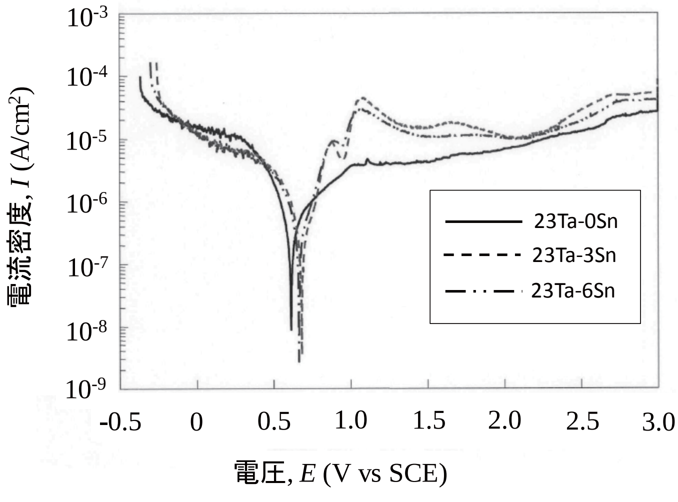


図13疑似体液（PBS)環境でのTiTaSn 合金のアノード分極特性

4. TiTaSn 合金の生体材料としての生物学的親和性評価 [3)]

4-1 溶出金属に対する細胞毒性試験

Ti, Ta, Sn の溶出物（金属イオン）の細胞毒性は低く，全て安全な元素によって構成されている．Biological Evaluation of Medical Devices - Part 5: Tests for *In Vitro* Cytotoxicity (ISO 10993-5， FDA，厚生労働省（生物学的安全性試験の基本的考え方に関する参考資料について）を参考に，L929，U937 マクロファージを用いた細胞毒性試験（細胞増殖能と細胞膜障害度評価試験）を実施した． 供試材料として Ti-Ta-Sn 合金，対照材料として SUS316L， Co-Cr-Mo，Ni-49Ti 合金を用いた．0～64ppm 濃度の金属腐食液を添加した培養液で細胞を 3 日間培養し，LDH 活性による細胞障害度(細胞損傷度)を測定した．金属腐食液中の金属イオン濃度(金属溶出濃度)はICP 発光分析によって測定した．また細胞障害度は細胞毒性を示す一つの指標であり以下の式で定義した．

細胞障害度(%)=（A-α）/(β-α)×100

A(実験値)：規定濃度の金属腐食液を投与した際に細胞から放出される LDH 濃度

B（バックグラウンド値）：培養液中の FBS に含まれていた LDH 濃度（細胞不含の培養液で LDH 測定したもの）

α(低コントロール)：無処理の細胞から放出される LDH 濃度

β(高コントロール)：Triton-X で細胞を全破壊した時の培養液中に放出された LDH 濃度

図 14 の結果から，Ti-Ta-Sn の細胞障害度は SUS316L， Ni-Ti，Co-Cr-Mo と比較して全般に極めて低い傾向であり 1ppm～64ppm において±2%の範囲内を推移しており上昇する傾向は示さなかった．すなわち Ti-Ta-Sn はイオン濃度が 64ppm 以上の生体内としてはきわめて高濃度の状態においても，SUS316L，Ni-Ti，Co-Cr-Mo と比較して毒性が低く生体親和性が高いことが確認された．

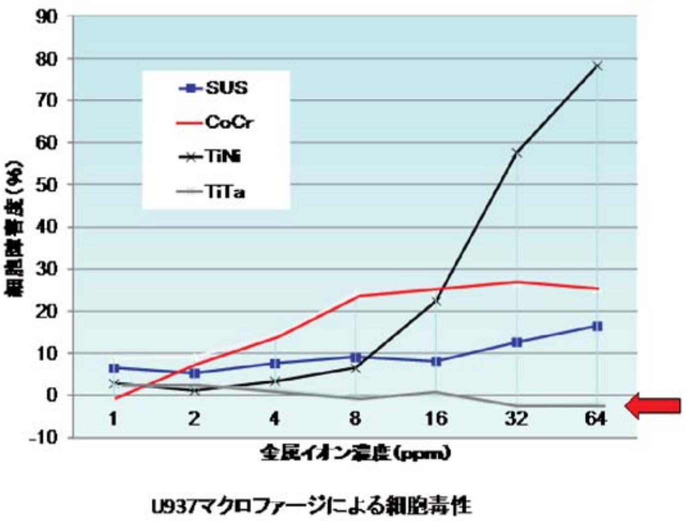


図14 TiTaSn合金のLDH活性による細胞毒性評価

5. まとめ

開発した Ti-Ta-Sn 合金について，機械的性質，磁気的性質，X 線透過性，体液中の耐食性を代表的な医療材料と比較した結果，下記のことが判った．

1. 引張強度は Ni-Ti 合金とほぼ同等に高く，弾性率は Ni-Ti 合金とほぼ同等に低いため，高強度かつしなやかな材質であった．

2. 0.5%以下にもどる最大弾性ひずみは Ni-Ti 合金には及ばないものの，3%を超え，他の医療材料より大幅に高いことが確認された．

3. X 線の造影視認性は Ni-Ti 合金より鮮明で，Pt-W と同等であることが確認された．

4. 磁気特性は他の材料より透磁率が低く，ヒステリシスループも確認されなかったため MRI の診断，治療に有利であった．

5. 耐食性としてアノード分極試験による不動態被膜の破壊電位は，他の材料より高かった．

6.伸線加工性は連続伸線の結果， Ni-Ti 合金は加工硬化により断線したが Ti-Ta-Sn 合金はトータル加工率 98%まで断線せず，伸線加工性に優れていた．

参考文献

1) 小林郁夫:まてりあ，第 41 巻第 8 号(2002)，P.553-560

2) 成島尚之:軽金属，第 55 巻第 11 号(2005)，P.561-565

3) 浜中人士ほか:ふぇらむ，Vol.2(1997)No.7，P508-514

《若手研究者の紹介》

半導体量子ドット蛍光体の合成技術と蛍光センシング応用

Synthesis of Semiconductor Quantum Dot Phosphor and Its Application to Fluorescence Sensing

理工学研究科物質科学部門　福田　武司，鈴木　美穂
Department of Functional Materials Science
Takeshi FUKUDA, Miho SUZUKI

Abstract

In recent years, several types of semiconductor quantum dots (QDs) have been investigated as phosphors due to their specific optical characteristics such as bright fluorescence, wavelength controllability, and high stability. In this manuscript, we demonstrated synthesis process of InP/ZnS QDs and their application for fluorescence bio-imaging sensing. The InP/ZnS QDs generate various fluorescence spectra by changing the diameter due to the quantum confinement effect, and the wavelength was ranged from 536 (green) to 627 nm (red). The maximum fluorescence quantum yield was 49.2 % for the InP/ZnS QDs dispersed in the pure water. In addition, we also achieved fluorescence type pH sensor containing the InP/ZnS QD and the organic dye, which has the pH-sensitive fluorescence intensity. The fluorescence intensity ratio (InP/ZnS QD/organic dye) linearly increased with increasing pH, and this indicates that the pH can be estimated by measuring the fluorescence spectrum.

1. 緒言

半導体量子ドット蛍光体は，半導体の直径を数ナノメートルにしたもので，量子サイズ効果でバルク材料が有するバンドギャップよりも小さいフォトンエネルギーに対応する蛍光スペクトルを示す．広く半導体量子ドット蛍光体に用いられる CdSe や InP，CuInS などは赤外波長域に対応するバンドギャップを有するために，数ナノメートルの粒子径で可視光発光を示す [1]．また，蛍光強度が強く，退色しにくいという特徴と共に粒子サイズで発光波長の制御できるので，バイオイメージングや有機 EL などの幅広い用途での展開が期待されている [2,3]．

半導体量子ドットでは，粒子径が小さいために表面欠陥に起因する蛍光量子収率の低下や凝集性の高さという課題がある．これらを解決するためには，半導体材料よりもバンドギャップの大きい ZnS などによる表面被覆や有機配位子の修飾などの手法を用いることで，実用レベルの高い発光効率や生体内部における退色の抑制などが実現されている [1]．そのため，特に生体内部でのイメージング用材料として広い応用展開が期待されている．

本稿では，毒性の低い InP/ZnS 量子ドット蛍光体の作製技術とそれを利用したバイオイメージングセンサーの一例として，蛍光スペクトルを利用した pH センシング技術を紹介する．

2. ソルボサーマル法を用いた InP/ZnS 量子ドット蛍光体の合成

InP 量子ドットの合成にはいくつかの報告例があるが，我々が用いている作製工程を下記に示す[4]．toluene (5 mL)，indium chloride (0.4 g)，dodecylamine (5 g)，tris(dimethylamino)phosphine (0.45 g)を混合した溶液を密閉したテフロン容器中で 180℃/24 時間/の熱処理を行なう．ここで，高圧下で InP の核成長が促進されて，異なる粒子径を有する複数種の InP 量子ドットが形成される．その後，図 1 に示す工程でこの溶液を methanol (貧溶媒)を添加して遠心分離を行ない，サイズ分別を行う．ここで，遠心分離の回数 (fraction number)を変えることで，得られる量子ドットの粒子径を制御でき，異なる蛍光スペクトルを示す InP 量子ドットを得ることができる．

次に図 2 に示す工程で InP 量子ドット分散溶液を配位子交換反応で水層へ転移させた後，thioglycolic acid と zinc perchlorate を混合した水溶液 (ZT solution)を加える．最後に混合溶液を密閉加熱してから，純水に分散させて水分散 InP/ZnS 量子ドット蛍光体を得る．

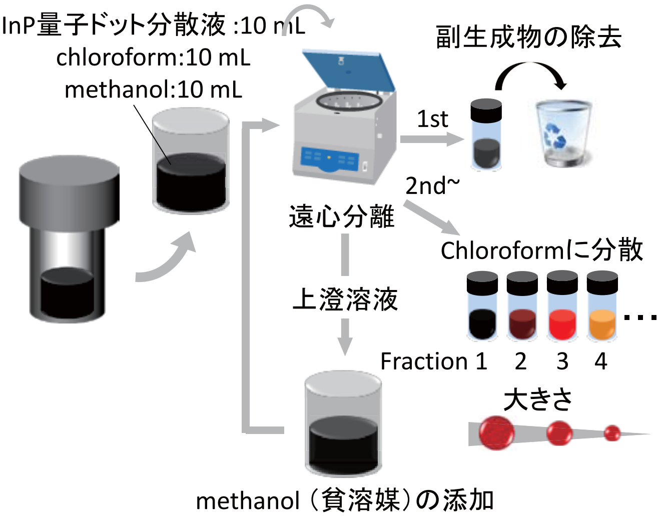


図 1 InP 量子ドットの分離工程

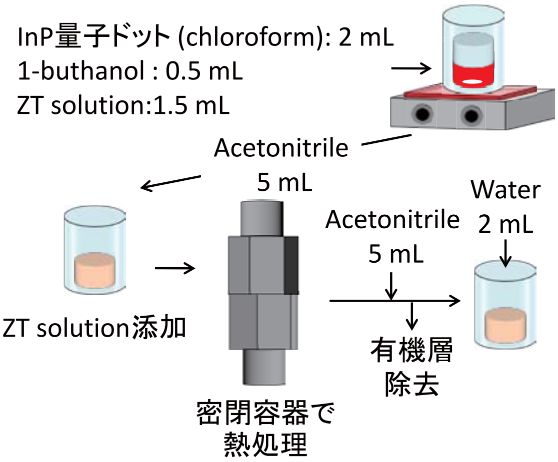


図 2 ZnS 層を形成する工程

図 1 に示した遠心分離の回数を変化させて合成した InP/ZnS 量子ドット蛍光体に紫外光を照射したときの蛍光スペクトルを図 3 に示す．遠心分離の回数を変えるだけで，量子ドットをサイズ毎に分離でき，緑色からオレンジ色の発光を示すことが分かる．つまり，遠心分離の回数を増やしていく毎に粒子径の小さい InP 量子ドット蛍光体が得られることを示唆している．いずれの粒子径の InP/ZnS 量子ドット蛍光体においても，原料組成比，ZT 溶液の pH，熱処理温度などのパラメータを最適化することで高い蛍光量子収率を得ることが可能である．その一例として，図 4 に ZT 溶液の pH を変化させて作製した InP/ZnS 量子ドット蛍光体の蛍光量子収率を示す．pH に対して蛍光量子収率は大きく変化しており，弱アルカリ条件で最高の蛍光量子収率(49.2%)を得られる．

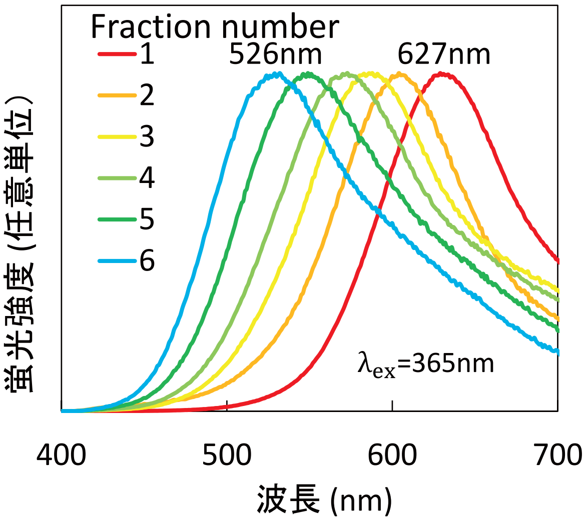


図 3 遠心分離後の InP/ZnS 量子ドット蛍光体の蛍光スペクトル

3. InP/ZnS に色素を結合させた pH センサー

これまでに CdSe/ZnS を用いた蛍光型 pH センサー[5] やマイクロ流路中でのこれらの材料系における化学反応のリアルタイムモニタリング手法 [6] を報告してきたが，ここでは生体適合性の向上を目指して InP/ZnS 量子ドット蛍光体を用いた蛍光型 pH センサーの例を示す．

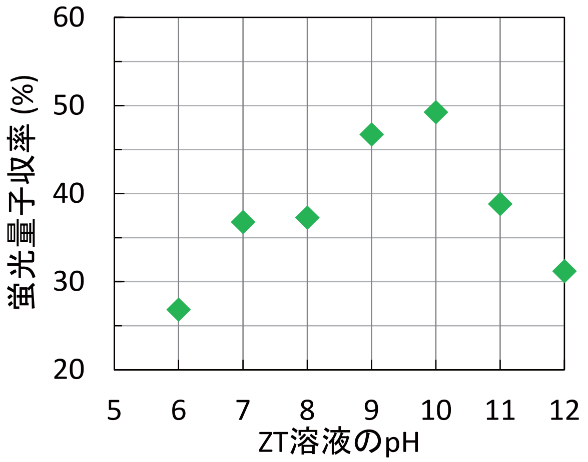


図 4 InP/ZnS 量子ドット蛍光体の蛍光量子収率と ZT 溶液の pH との関係

図 5 に蛍光型 pH センサーの概念図を示すが，蛍光強度が pH に応じて変化する蛍光色素を InP/ZnS 量子ドット蛍光体の周囲に結合させる構造をしている．ここでは，図 5 に分子構造を示す fluorescein 誘導体を用いているが，量子ドットに結合する官能基を有していれば，有機色素に制限はない．また，結合させる有機色素の特性を変えるだけで，様々な蛍光型センサーを実現できる．この構造では，InP/ZnS 量子ドット蛍光体が紫外もしくは青色光で励起された後で，蛍光共鳴エネルギー移動によって InP/ZnS 量子ドット蛍光体から蛍光色素にエネルギー移動が起こる．ここで，蛍光色素の蛍光強度（モル吸光係数）が大きいほど，相対的な蛍光色素の蛍光強度が高くなる．また，この有機色素は蛍光強度が pH 依存性を示すことが知られているので，pH に応じて InP/ZnS 量子ドット蛍光体と有機色素の蛍光強度比が変化する．つまり，この蛍光強度比を評価することで，pH を光学的にセンシングすることが可能である．

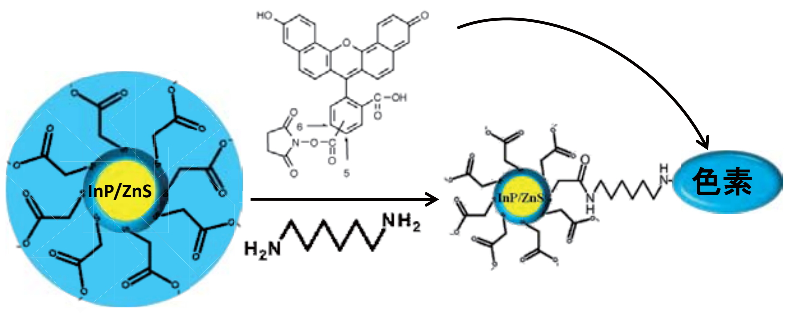


図 5 蛍光色素を InP/ZnS 量子ドットに結合させた蛍光型 pH センサーの概念図

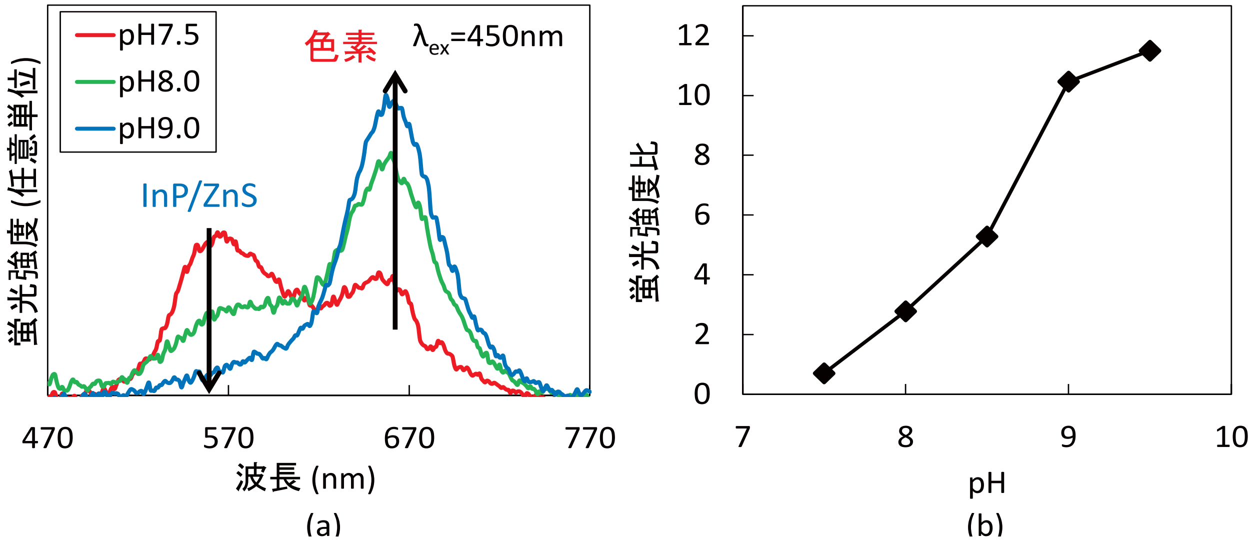


図 6 InP/ZnS-有機色素結合体の(a)蛍光スペクトルの pH 依存性と(b)蛍光強度比の pH 依存性

図6(a)にInP/ZnS-有機色素結合体を異なるpHのバッファーに分散させたときの蛍光スペクトルを示す．InP/ZnS量子ドット蛍光体と有機色素の両方の発光が観測されるが，pHがアルカリ側にシフトするに従って，有機色素の相対的な蛍光強度が強くなる．これは，前述のようにアルカリ領域では蛍光色素の蛍光強度が強くなり（モル吸光係数が大きくなり），その結果 InP/ZnS 量子ドット蛍光体から有機色素へのエネルギー移動が効率的に行われたことを示唆している．また，図6(b)はInP/ZnS量子ドット蛍光体と有機色素の蛍光強度比とバッファーの pH の関係を示す．pH の増加に伴って，ほぼ直線的に蛍光強度比が増加している傾向が示される．つまり，この結果は蛍光強度比を測定することで，InP/ZnS量子ドット蛍光体-有機色素結合体周囲のpHをセンシングすることが可能であることを示している．

まとめ

半導体ナノ粒子蛍光体は，前述のように優れた発光特性・波長選択性を有しており，また有機色素を結合させることで生体内部をモニターする蛍光型センサーを実現できる．本稿では合成技術を中心に紹介したが，既に細胞内部への導入や癌細胞などの異物に対する特異的な吸着を利用したセンサーなどの研究も進められている．今後は我々の生体内部を簡易かつ正確にモニターする技術として用途展開が広がっていくと期待される．一方で，半導体ナノ粒子蛍光体の合成技術に対しても，凝集性の抑制や長期安定性の向上などの要求も強く，今後はこれらの研究も合わせて進展していくと期待される．

謝辞

本研究は理工学研究科物質科学部門　秋山真之介（現在：パナソニック株式会社），船木那由太（現在：パナソニック株式会社），倉林智和および工学部機能材料工学科　宇高光らの協力を得て実施した．

参考文献

1. P. Reiss, M. Protière, and L. Li, “Core/Shell Semiconductor Nanocrystals”, Small, vol.5, pp.154-168 (2009).
2. W. R. Algar, A. J. Tavares, and U. J. Krull,” Beyond labels: A review of the application of quantum dots as integrated components of assays, bioprobes, and biosensors utilizing optical transduction”, Anal. Chim. Acta, vol.673, pp.1-25 (2010).
3. V. Wood and V. Bulović, “Colloidal quantum dot light-emitting devices”, Nano rev., vol.1, pp.5202-1-5202-7.
4. C. Li, M. Ando, H. Enomoto, and N. Murase, “Highly Luminescent Water-Soluble InP/ZnS Nanocrystals Prepared via Reactive Phase Transfer and Photochemical Processing”, J. Phys. Chem. C, vol.112, pp.20190-20199 (2008).
5. T. Kurabayashi, N. Funaki, T. Fukuda, S. Akiyama, and M. Suzuki, “CdSe/ZnS Quantum Dots Conjugated with a Fluorescein Derivative: a FRET-based pH Sensor for Physiological Alkaline Conditions”, Anal. Sci., vol.30, pp.545-550 (2014).
6. T. Fukuda, N. Funaki, T. Kurabayasahi, M. Suzuki, D. Yoon, A. Nakahara, T. Sekiguchi, and S. Shoji, “Real-Time Monitoring of Chemical Reaction in Microdroplet Using Fluorescence Spectroscopy”, Sensors and Actuators B, vol.203, pp.536-542 (2014).

原子間力顕微鏡 MultiMode8

情報メディア基盤センター 田井野 徹

科学分析支援センターに原子間力顕微鏡（AFM, NanoScopeIII）が導入されて 20 年が経過します. AFM は, プローブ先端にあるカンチレバーの探針でサンプルの表面をスキャンし, サンプル表面との相互作用をモニタする顕微鏡で, サンプル表面の 3 次元形状をナノメートル以下の精度で観測できる装置です. これまで年平均約 80 日, 300 時間以上（年によっては 700 時間超）使用され, 様々なサンプルの表面分析に貢献してきました. しかしここ 2, 3 年は装置の大小様々な故障によって, 長いときで半年近く装置が使えないなど, 使用者にはご迷惑をかけておりました. 以前より, 装置更新についてご意見いただいておりましたが, このたび, 平成 25 年度に設置された最新型の AFM, Bruker 社の MultiMode8 についてご紹介したいと思います.

図1　AFM 装置（MultiMode8）左：全体図, 右：測定部

まずハード面に関してですが, 図 1 に示す AFM 装置全体写真から, これまでの装置とほぼ変わっていないような印象を受けますが, 使い勝手, 性能について格段に良くなっています. 1 点目,「きちんとした」防振台が備わったことで, 測定したイメージへのノイズの影響が大きく軽減されました. 2 点目, オプティカルヘッド上部にある直上型光学顕微鏡を用いたサンプルのモニタ表示によって, その画像を見ながらプローブとサンプルのアプローチが可能になりました（図 2：図中の棒が, プローブ先端についているカンチレバー）. これまでプローブとサンプルとのアプローチは, 光学顕微鏡をのぞきながらスキ

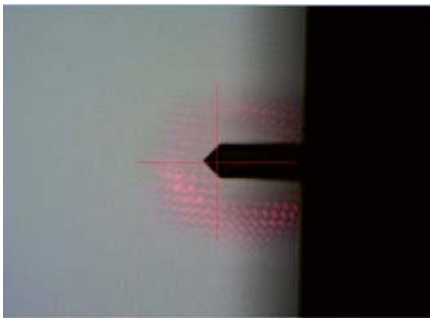


図 2　アプローチ時のモニター表示

ャナ下部にある粗調ネジを手で回して行っており，アプローチ時にカンチレバーを折った方は非常に多かったのではないでしょうか？この作業が，AFM 装置利用時の手かせ足かせになっていたと言っても良いかと思います．3 点目，カンチレバーへのレーザ照射位置調整では，上下左右の 4 つの検出器を用いることで精度の向上が図られています（以前の装置は上下 2 つの検出器）．4 点目，この装置における一番の特徴は，ScanAsyst（直接フォースコントロール）機能です．通常 AFM で表面観察を行う場合，プローブの共振点の決定やプローブとサンプルを接触させた後，電気信号を観測しながら複数種類のフィードバックゲイン最適値を決定しなければなりませんでした．ScanAsyst では，そのような煩わしいチューニング作業が一切必要なく，ほぼ自動でパラメータを設定し測定することが可能です．また ScanAsyst 機能を利用した測定では，高分解能性を保ちつつプローブの摩耗が最小限に抑えられており，消耗品の購入頻度も減ることが予想されます．5 点目，新しいスキャナによって，測定するサンプルの観測領域は 125 μm×125 μm になり（これまでは約 10 μm×10 μm），広い面での観測が可能になりました．

次にソフト面に関してですが，まずアプリケーションソフトを起動すると，図 3 のような画面が立ち上がります．ここでは，自分が測定したいサンプル（液中サンプルも可能）に応じた測定モード（ScanAsyst：前述の自動パラメータ設定機能，Tapping：振動するカンチレバー先端の探針でサンプル表面をスキャン，Contact：カンチレバー先端の探針でサンプル表面をスキャン，Electrical&Magnetic：磁性探針を用いて磁気分布の測定が可能，など．※試料の表面電位計測はオプションで，本学の装置には現在付属しておりません）を選択していきます．図中の①から③の順に設定していけば測定準備はほぼ終了です．測定後の解析ソフトは，これまでと同様，Section，Roughness，3D など直感的でわかりやすくなっております（測定例：図 4）．

図 3　測定モード選択画面

本装置はこれまでの装置と比較して非常に使いやすくなっております．これまでご使用いただいた方はもちろん，新たに使ってみたい，という方はお気軽にセンターまでお問い合わせください．最後に，多くの皆様に本装置をご活用いただき，研究，教育に役立てていただければと思っております．

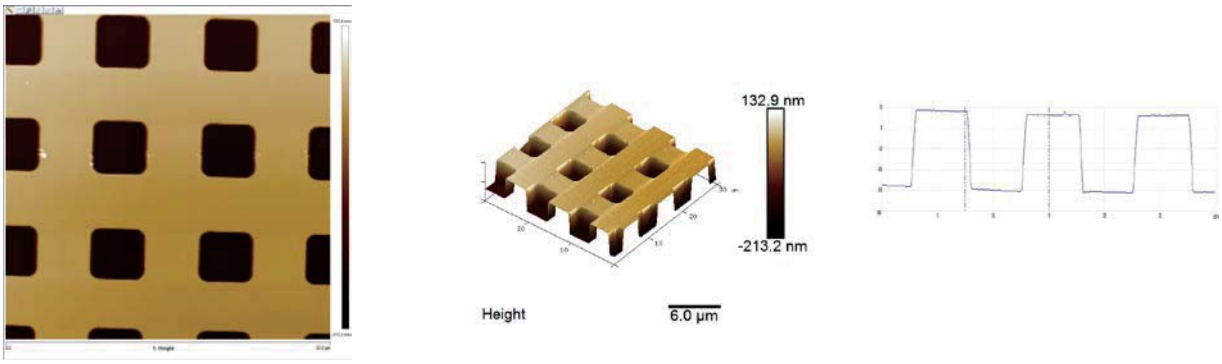


図 4　測定結果の例　左：表面図，中：3 次元図，右：断面図

顕微レーザーラマン分光光度計 inVia の紹介

理工学研究科物質科学部門　石川　良

ラマン分光法は試料に光を照射し，分子振動や格子振動等によって波長が変化した微弱な散乱光（ラマン散乱光）を分光，解析することにより，物質の同定，化学結合や結晶構造に関する情報を得る分析手法である．科学分析支援センターには赤外/ラマン分光光度計が設置されていたが老朽化が著しく，また顕微ラマン分光光度計ではなかったので微小部の分析やマッピングは不可能であった．平成 24 年度補正予算「復興支援予算」により平成 25 年度末に更新された装置がレニショー社製 inVia ラマンマイクロスコープである．非常に多機能な機種であり，筆者も全ての機能は使いこなしていないが主要な機能について紹介する．

inVia ラマンマイクロスコープ

inVia ラマンマイクロスコープは除振台上に設置されており，試料はインターロック機構付遮光カバー内の電動試料ステージ（XYZ 可動範囲 112×76×29 mm）上のプレートと呼ばれる台に設置する．薄膜試料・フィルム・固体粉末であればスライドガラス上に設置してプレートに装着するのが簡便である．液体・ガス試料の場合は別途ガラスセル等を用意する必要がある．顕微鏡は LEICA 製の正立型顕微鏡で 5~100 倍の 6 種類の対物レンズ装備しており，長焦点の 50 倍対物レンズを用いることにより多少凹凸の大きな試料にも対応できる．

図 1　顕微レーザーラマン分光光度計の概要

照射レーザー　分光器本体の奥側に 532 nm（150 mW），785 nm（300 mW）の 2 波長のレーザーが設置されている．共鳴効果が無い場合はラマン散乱強度は励起波長の 4 乗に反比例するので，励起光が短波長であるほどラマン散乱強度が強く空間分解能も高くなるが，短波長になるほど蛍光の影響が出やすくなる．例えばポリ(3-ヘキシルチオフェン-2,5-ジイル)(P3HT)粉末を 532 nm と 785 nm レーザーで測定した場合，532 nm 励起だと蛍光の影響でバックグラウンドが上がっているが，785 nm 励起では蛍光の影響はない（図 2）．試料の特性に応じて励起波長を選択する必要がある．

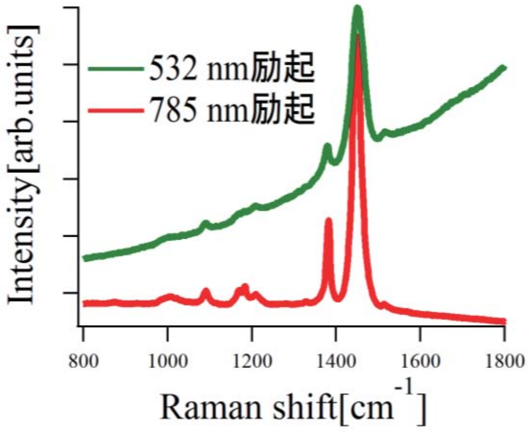


図 2 P3HT 粉末のラマンスペクトル

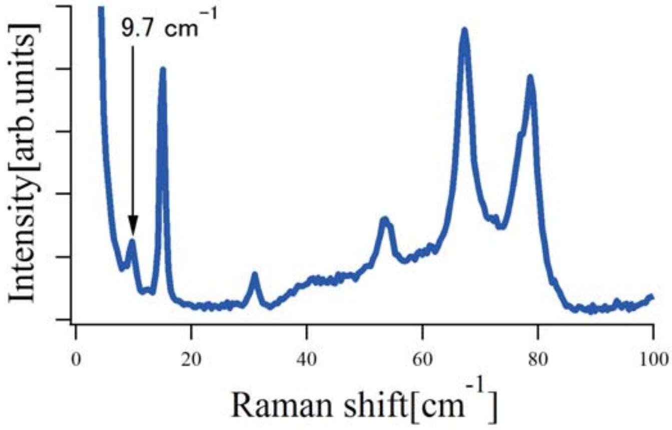


図 3 L-シスチンのラマンスペクトル

極低波数測定 同じ振動分光である赤外分光とラマン分光の選択律は異なるので相補的な情報が得られるが，ラマン分光の利点の一つとして容易に低波数側の測定が可能であり，inVia ラマンマイクロスコープでは通常装備のエッジフィルターでラマンシフト値 100 cm^{-1} から測定可能である．532 nm レーザーについては，Eclipse LWN Filter と高分解の 3000 l/mm（vis）のグレーティングを組み合わせて用いるとラマンシフト値 5 cm^{-1} までの極低波数ラマン分光測定が可能であり，極低波数の標準サンプルの L-シスチンを測定したところ 9.7 cm^{-1} のラマン散乱ピークを検出可能であった（図 3）.

Streamline 測定 ラマン分光の赤外分光に対する利点の一つとして空間分解能の高さが挙げられる．用いる対物レンズ，励起波長によるが inVia ラマンマイクロスコープでは最高でサブμm の分解能が得られる．マッピング測定する場合，通常スポット状にレーザーを照射しステージ移動走査によりマッピングしていくが測定に長時間を要する．一方本装置では，レーザーをライン状（図 4）に照射することにより多数のラマンスペクトルを同時測定し，このラインマッピングとステージ移動走査により高速にマッピングを行う Streamline 測定が可能である．

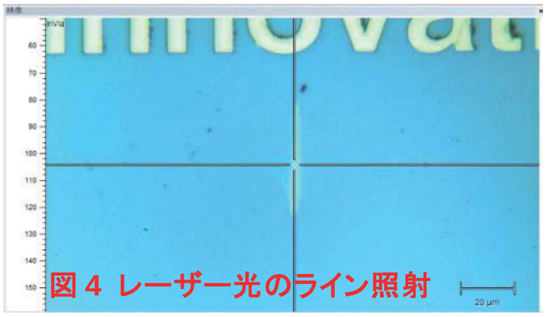


図 4 レーザー光のライン照射

結晶シリコン上に金メッキのパターンが設けられた標準試料の約 75 μm 角の 5500 点を Streamline 測定して得られたスペクトルを用い，シリコンの 520 cm^{-1} のピーク強度マッピングした画像が図 5(b)である．この測定に要した時間は僅か 4 分であり，ラマンマッピング像と光学顕微鏡のパターンが一致しており，解析に耐えうる十分な精度のデータが得られたことを示している．

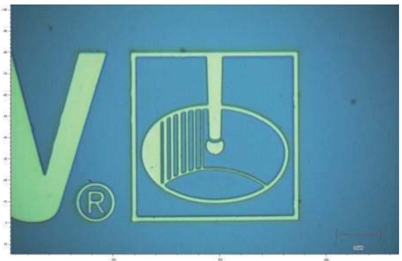
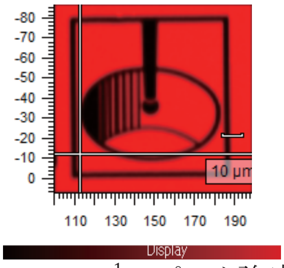


図 5(a)
標準試料の光学顕微鏡



520 cm^{-1} のピーク強度
図 5(b) ラマンスペクトルのマッピング像

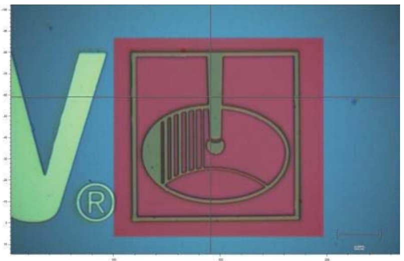


図 5(c) 光学顕微鏡とラマンマッピング像の重ね合わせ表示

SynchroScan 通常装備している2枚の回折格子 1800 l/mm（vis），1200 l/mm（633/780）でグレーティングを固定して測定した際の測定範囲はそれぞれ約 50, 85 nm となる．測定波長が広いフォトルミネッセンスの際にグレーティングをステップ動作させて測定すると，データのつなぎ目に段差が生じ，データ解析の支障となる場合がある．グレーティングの精密回転制御と CCD 検出器の信号取得を同期させる SynchroScan により，広い波長範囲で連続測定してスペクトル不連続点が皆無のスペクトルが取得できる（図 6）．SynchroScan はフォトルミネッセンスだけでなく，広い波数域のラマンスペクトル測定の際にも有用である．

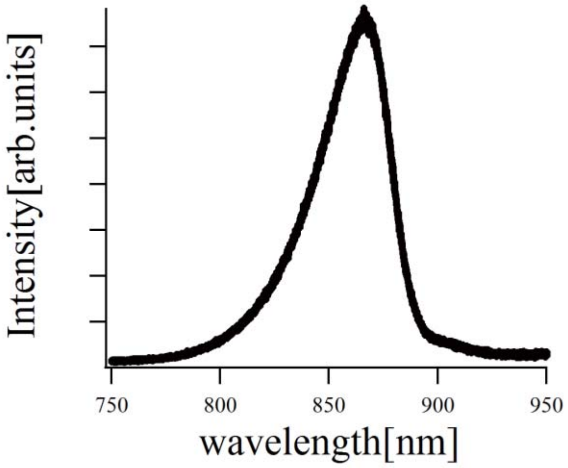


図 6 ヒ化ガリウム ウエハのフォトルミネッセンススペクトル（532 nm 励起）

WiRE4.0 測定・解析ソフト WiRE4.0 により，顕微鏡観察/ラマン測定の光路切替え，レーザー波長切り替え，ポイントとライン照射の切り替え，2 枚のグレーティングの変更など通常測定のほぼ全ての操作がソフトウエア上で実行可能である．解析機能もカーブフィット・ピーク検出・宇宙線除去・マッピング(ピークエリア，ピーク幅，ガウス比率)・多変量解析等々非常に豊富である．また解析用の PC のみであるがデータベース・ライブラリーがインストールされており，spectral search 機能によりスペクトルの照合が可能である．

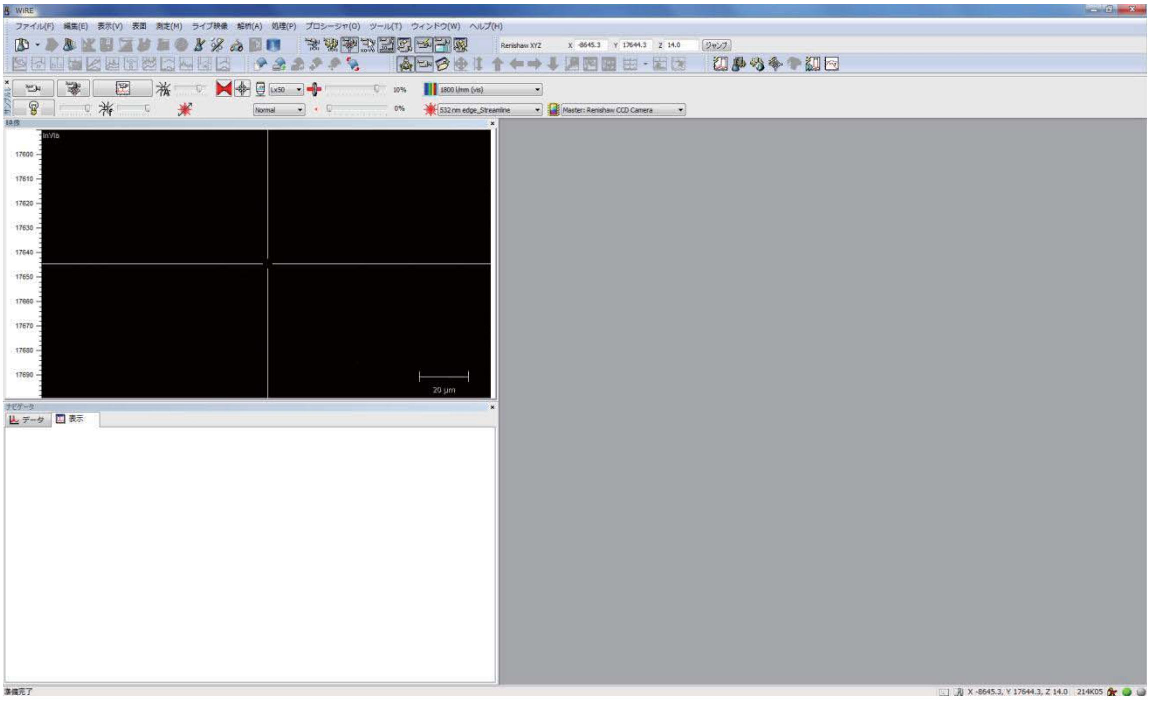


図 7 WiRE4.0 画面

その他の機能 レーザー入射光路にはλ/2 又はλ/4 波長板を，また検出光路にはλ/2 波長板と偏光子からなるアナライザキットを挿入する事により，偏光ラマン測定が可能である．また共焦点光学系を利用して深さ方向の情報を取得することで，3 次元マッピング分析も可能である．

電子顕微鏡観察のための凍結試料作製装置

教育学部理科教育講座　金子　康子
科学分析支援センター　辻　季美江

生物を構成する細胞の中では，様々な小器官や膜構造，管状・繊維状の構造や生体高分子が活発に動き回り，相互に関わりながら機能している．その様子は近年，種々の蛍光色素で標識することにより光学的に捉えることができるようになった．しかし，光学顕微鏡に比べて格段と分解能が優れている電子顕微鏡を用いて，活動する細胞内微細構造の瞬時の姿を捉えることは，細々と試みられてきたが，広範に行われる状況にはなっていない．これまで生物組織や細胞を電子顕微鏡で観察するためには，化学薬品を用いて細胞内の構造を固定する試料作製法が一般的であった．しかし，固定剤が細胞内に浸透して生体分子に架橋構造を作り固定が完了するまでには分単位の時間がかかることが分かっており，この間に細胞内の微細構造が変化することはまぬがれない．より生きている状態に近い構造を捉えるためには，組織や細胞の微細形態を瞬時に固定することのできる凍結固定が必要となる．通常，生物の組織・細胞は 70～90%の水分を含んでおり，凍結速度が遅いと細胞内で氷晶が成長して微細な構造は破壊され，電子顕微鏡観察には耐えない状態になる．そこで電子顕微鏡では構造の認められない非晶質の状態（ガラス様凍結）を得ることが極めて重要となる．この目的を達成するための装置が高圧凍結装置（Leica EM HPM100）と急速凍結装置（Leica EM CPC）であり，凍結ウルトラミクロトーム（Leica EM UC7/FC7）と共に昨年度科学分析支援センターに導入された．

高圧凍結装置（Leica EM HPM100，図 1）は，試料の凍結時に瞬間的に 2,100 bar の高圧をかけることにより氷晶の形成を防ぎ，その結果，数 100 μm の深さまでガラス様凍結を得ることが可能な画期的な装置である．微生物，培養細胞，組織など様々な生物材料に対応可能なキャリアシステムを有し，直径 6 mm の広い面積の試料も凍結することができる．高圧凍結した試料は凍結割断した後，既存のクライオトランスファー（Gatan Alto 1000）を備えた分析・低温低真空走査電子顕微鏡（Hitachi S-3400N）で凍結状態を維持したまま観察・分析することができる．良好な状態に凍結しただけで，他の処理は一切施さない試料は，細胞内の微細構造だけでなく，すべての分子の局在をそのまま保持していることから，付属のエネルギー分散型 X 線分析装置（EDX，Bruker XFlash 5010）で細胞内の主要なイオンの分布なども同時に可視化することが可能となる．また，高圧凍結した試料を－80°C 以下でオスミウム・アセトンなどの固定液に置換（凍結置換）後，

図 1 Leica EM HPM100（高圧凍結装置）

樹脂包埋して超薄切片を作製し，透過電子顕微鏡観察することにより，いきいきと活動している状態に極めて近い細胞内小器官や膜構造の微細形態を捉えることが可能となる．

急速凍結装置（Leica EM CPC，図 2）は，微生物やタンパク質などの高分子を薄膜状にした試料を，冷却した冷媒（液化エタンなど）中にスプリングにより急速に浸漬して凍結する装置である．冷却速度を速くすることにより氷晶の形成を防ぐが，この方法で良好な凍結が得られるのは試料表面から 10 μm 以下である．凍結した試料はクライオトランスファー（Gatan Alto 1000）を備えた分析・低温低真空走査電子顕微鏡（Hitachi S-3400N）で凍結状態を維持したまま観察・分析することもできるし，新たに導入されたクライオトランスファーホルダー（Gatan Model 626）を用いて 200 kV 分析透過電子顕微鏡（FEI Tecnai G2）で観察することも可能である．

図 2 Leica EM CPC（急速凍結装置）

凍結ウルトラミクロトーム（Leica EM UC7/FC7，図 3）は，電子顕微鏡観察のために上記いずれかの装置で凍結した試料から，凍結状態を維持したまま超薄切片を作製することのできる装置である．生物試料だけでなく，やわらかい高分子材料の凍結超薄切片を作製することも可能である．例えば高圧凍結装置（Leica EM HPM100）で凍結した試料から平滑な観察面を作出して分析・低温低真空走査電子顕微鏡（Hitachi S-3400N）観察，または凍結超薄切片を作製してクライオトランスファーホルダー（Gatan Model 626）を装着した 200 kV 分析透過電子顕微鏡（FEI Tecnai G2）で観察するなど，幅広い活用が期待できる．また，凍結切片を用いた感度のよい免疫電子顕微鏡法（特異的な抗体を用いて特定の生体分子の細胞内局在を検出する方法）に凍結ウルトラミクロトーム（Leica EM UC7/FC7）を利用することも可能である．

図 3 Leica EM FC7（凍結ウルトラミクロトーム）

このように今回導入された凍結試料作製装置を，既存の分析・低温低真空走査電子顕微鏡（Hitachi S-3400N）やクライオトランスファーホルダー（Gatan Model 626）を装着した 200 kV 分析透過電子顕微鏡（FEI Tecnai G2）と組み合わせて活用することにより，従来法では困難であった，生きている状態に近い細胞内微細構造と分子の局在を電子顕微鏡で観察する手法の可能性が大きく広がる．活発に活動する細胞内微細構造の真の姿と機能の解明に迫り，新たな細胞像の構築に貢献することができる．これら最先端の微細構造解析技術を駆使することにより，近年進展の著しい生物学諸分野の研究をサポートすると共に，新たな研究分野の開拓も期待できる．さらに，これらの凍結試料作製装置は，生物試料だけではなく，やわらかい高分子材料の電子顕微鏡観察試料の作製にも威力を発揮することが期待される．

《forum in FORUM》

薄膜・微小領域X線回折装置（D8 DISCOVER）

理工学研究科物質科学部門　柿崎　浩一

1. 装置概要

本装置は超高速微小領域材料評価 X 線回折システムの一環として設置されたものであり，大面積の 2 次元半導体検出器（VÅNTEC500）と全軸自動制御の可動軸として X，Y，Z，Phi，Psi をもつ 5 軸クレードルステージ（図 2）を備え，様々な測定・解析方法に対応できることが特徴である．サンプルホルダーとしては，標準の傘型ホルダーに加えて，マグネット固定ホルダー，真空チャックホルダー，ガラスキャピラリホルダー，クランプホルダー，テンションクランプホルダー，粉末固定ホルダーが用意されており，ほぼ全ての試料形態に対応可能となっている．X 線源には高輝度アノード回転式 X 線源（TURBO X-RAY SOURCE: 6 kW）を採用し，高輝度かつ強力な X 線をチャンネルカットモノクロメーターや人工多層膜ミラーなどのアタッチメントにより単色，平行ビーム化して試料に照射することで，薄膜，極微小領域，小角散乱，In-Plane などの高度な測定が高精度・高感度かつ高速に可能である．微小領域測定に際しては，ビデオ顕微鏡システムにより 10 μm の分解能で正確な測定位置決定が可能であり，コリメーターによって絞られた X 線をピンポイントに照射して X 線回折測定が可能となっている．加えて，X 線検出器として 0 次元シンチレーション検出器も用意されており，2 次元検出器と付け替えることにより，多層構造膜の膜厚測定や表面ラフネスの評価も可能となっている．セッティング変更は装置制御ソフトウェア（DIFFRAC.SUITE）の DAVINCI 機能により自動認識され，特別な調整を行うことなく使用することが可能である．

また，解析ソフトウェア（DIFFRAC.EVA／LEPTOS）は，データ処理・定性・定量分析機能はもとより，極点図解析，逆格子空間マッピング解析，小角散乱解析など，より高度な解析にも対応しており，測定結果から様々な情報を引き出すことが可能である．

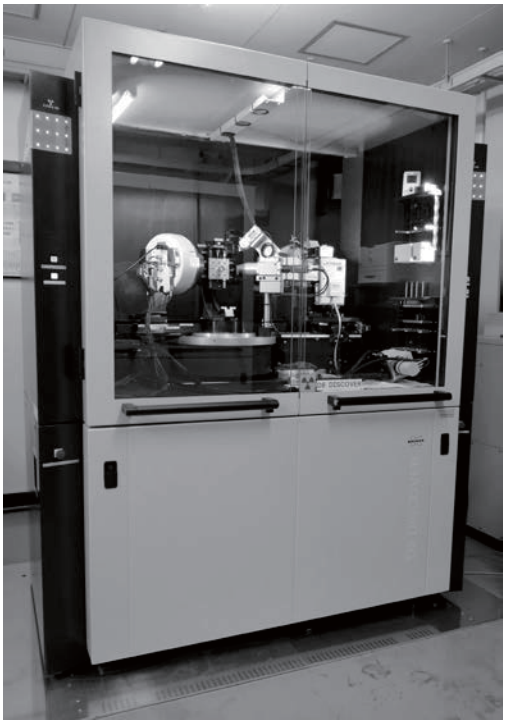


図 1　D8DISCOVER の外観

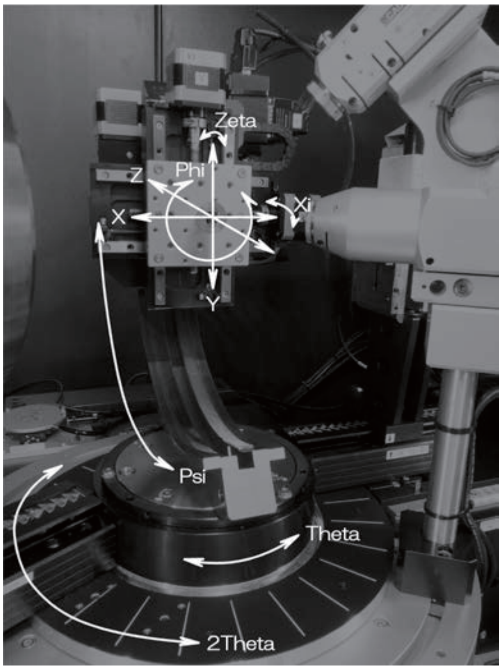


図 2　5 軸クレードルステージ

2. 2 次元検出器による配向性薄膜の測定例

図3は，2次元検出器を用いて測定した配向性薄膜試料の測定結果の一例である．検出器位置を 200 mm とした場合，図中に示した通り，通常の 2θ軸は 1 回の測定で約 30°をカバーできるため，短時間（この例では 60 sec.）で回折パターンを得ることができる．加えて，Psi 軸方向の回折，すなわちロッキングカーブを同時に測定することが可能であり，配向性を持つ薄膜の評価は大幅に省力化されることとなる．ここで，ロッキングカーブとは，結晶学的に優先配向を有する試料において，その結晶軸の分散（ゆらぎ）を示す指標としてしばしば用いられる．このようにして 2 次元検出器から得られた回折強度を所定の方向に積分することで回折図形を得ることができる．図 4(a)および(b)は，それぞれ 2 次元検出器の回折強度を 2θ軸方向および Psi 軸方向に積分したものであり，X 線回折パターンとロッキングカーブが得られている．

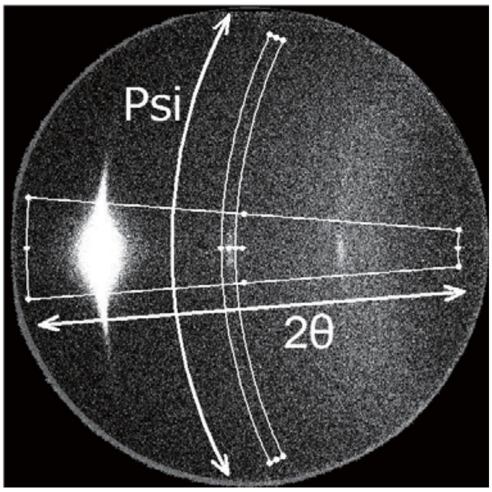


図 3　配向性薄膜試料の測定結果

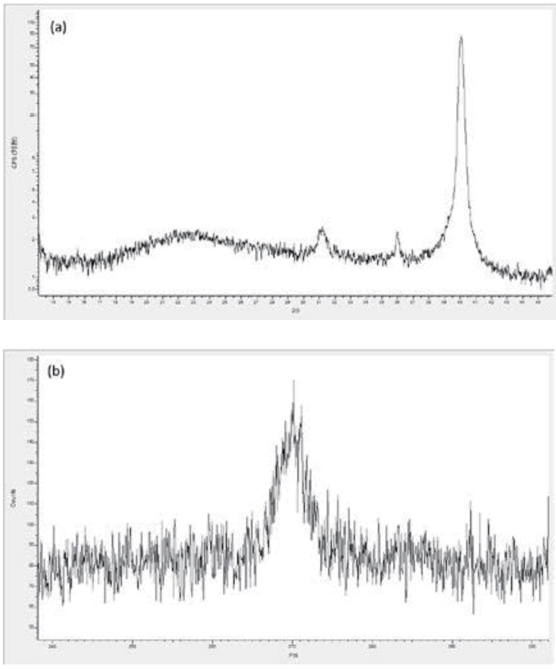


図 4　配向性薄膜試料の(a)回折パターンおよび(b)ロッキングカーブ

3. 逆格子マッピング

図5は，2次元検出器を用いて測定した配向性薄膜試料の逆格子空間マップを 3D 表示した例である．クレードルステージの Psi 軸を変化させ，試料における回折面の角度を変えながら，その都度測定した回折パターンを連続的に重ね合わせることで逆格子空間マップを得ている．通常の 0 次元検出器を用いてこの測定を行うためには，3D マップの各点を 1 点ずつ測定することになり，膨大な時間を費やすこととなる．しかし，2 次元検出器を用いることで，2θ軸方向はスキャンする必要が無く，設定した Psi 軸の測定点数分だけの測定を行えば良く，大幅に測定時間の短縮が可能となる．この例では，1 測定を 60 sec.とし，Psi 軸の角度を 5°ステップで測定しているため，約 20 分の測定で逆格子空間マップが得られる．この試料では結晶配向がそれほど強くないため，単結晶のようなスポット的な回折にはなっていないが，Psi 軸の角度によって各回折面からの回折強度が変化していることがわかる．なお，配向面ごとの逆格子空間マップがどのようになるかは，PDF データを基にシミュレートするソフトウェア（SMAP）が付属しており，解析する上での助けとなる．

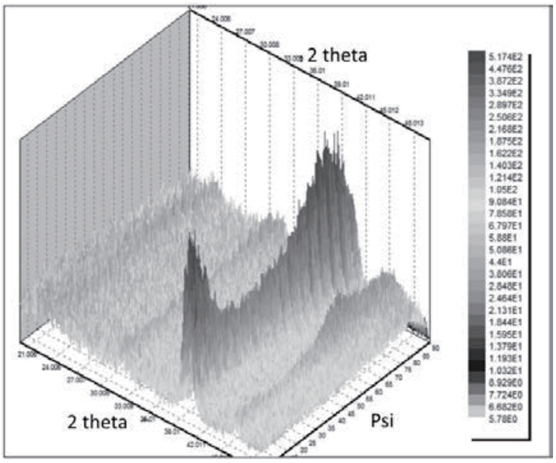


図 5　逆格子空間マップの 3D 表示

多機能粉末X線回折装置（D8 ADVANCE）

科学分析支援センター　徳永　誠

X線回折（XRD）装置は，あらゆる材料の化合物の状態や結晶情報を非破壊で容易に測定できるため，様々な素材の研究開発を行う上で幅広く利用されている．特に無機材料開発分野においては必須の装置であり，科学分析支援センターにも4台のXRD装置が設置され，目的に応じて使い分けられてきた．これら既存の装置のうち，2台の高出力XRD装置（平成6年度導入，マック・サイエンス社製，MXP18VA及びMXP18A）の更新として，平成24年度補正予算（設備整備費補助金）（平成25年度執行）により，超高速微小領域材料評価X線回折システムとして，平成25年度末に導入された装置が，ブルカー・エイエックスエス社製，D8 ADVANCE及びD8 DISCOVERである．ここでは，D8 ADVANCEについて紹介する．

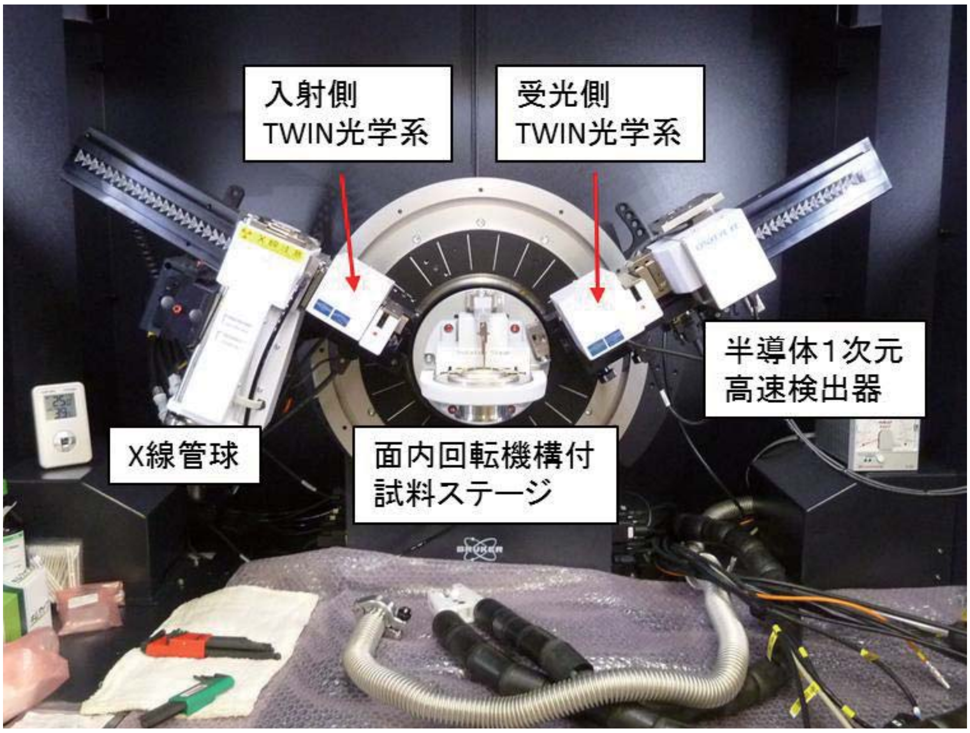


図1　試料水平ゴニオメータ

1. 装置の概要

(1) X線源

X線源にはCuの封入型セラミックス管球が採用されており，一般的なガラス管球に比べて出力の安定化と長寿命化が図られている．

(2) ゴニオメータ

ゴニオメータは試料水平型であり，ゴニオメータ半径は280 mmである．全測定領域における測定角度精度は±0.01°(2θ)以下と高精度な測定が可能である．

(3) 試料ステージ

標準の試料ステージは面内回転機構を有しており，配向の影響を軽減するとともに，試料は測定時も

常に水平に保たれるため，充填性の悪い試料や流動性のある試料でも落下の心配をすることなく測定可能である．

⑷ 光学系

光学系は，入射側は人工多層膜ミラーによる平行ビーム光学系と一般的な集中法光学系の自動切替式，受光側は平行ソーラースリット光学系と集中法光学系の自動切替式である．これらはそれぞれ二通りの光学系が選択可能なため，TWIN光学系と呼ばれている．測定時にはこれらの光学系に，手差し式の各種スリットやフィルター類を組み合わせて使用するが，全ての切替やセッティング変更は，装置制御ソフトウェア(DIFFRAC.SUITE)に自動で認識（DAVINCI機能）され，特別な調整を行うことなくそのまま使用可能である．これにより，通常のBragg-Brentano光学系による粉末測定や平行ビーム光学系による視斜角入射薄膜測定などがワンタッチで切り替えて測定できる．

⑸ 検出器

検出器は，シリコンストリップ型半導体1次元高速検出器（LYNXEYE XE）を採用している．チャンネル数は190チャンネル以上を有し，最大見込角度は>3°（2θ）である．このため，一般的なシンチレーション検出器（0次元）と比較して，450倍もの高速測定が可能である．また，一般的に1次元高速検出器にはカウンタモノクロメータを組み合わせることが困難であるため，$K\beta$線除去用フィルター（Cu線の場合はNi）の併用が必要であったり，Cu線に対して蛍光X線の発生が顕著なFe, Coを含有するサンプルの測定にはあまり適していないなどのデメリットも存在していた．しかし本装置のLYNXEYE XEは，エネルギー分解能が高い（<680 eV for Cu radiation at 298K）ため，セッティングの最適化による$K\beta$線除去モードや蛍光X線除去モードにより，$K\beta$線除去用フィルターを必要としない高S/N比な測定が可能となっている．

２．温度可変アタッチメント

標準試料ステージと交換することにより，温度を可変させ任意の温度かつ様々な雰囲気下でin-situ測定を可能とするユニットである．高温測定用と中低温測定用の2種類のチャンバーが用意されている．両チャンバーとも交換装着後には自動認識され，高さ以外の調整の必要がなく利用できる．

⑴ 高温測定用チャンバー （Anton Paar社製 HTK 1200N）

測定可能温度は室温から1200ºCである．試料加熱は間接加熱方式であり，制御温度精度は±1.0ºC以内である．

⑵ 中低温測定用チャンバー （Anton Paar社製 TTK 450）

測定可能温度は-190ºCから450ºCである．試料冷却は液体窒素流通方式，試料加熱はヒーター加熱方式であり，制御温度精度は±1.0ºC以内である．

図2 高温チャンバー

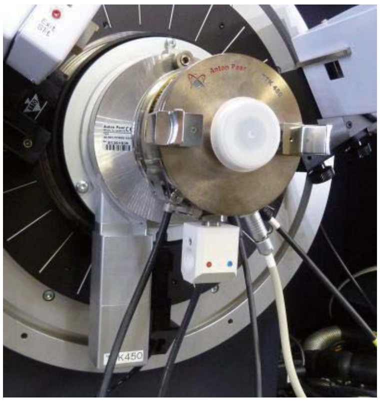


図3 中低温チャンバー

３．本装置の利用

本装置の導入により，粉末試料や薄膜試料の測定の選択肢が大幅に広がることとなる．特に-190ºCから1200ºCの広い温度範囲においてin-situ測定が可能であり，結晶相の転移による状態変化をリアルタイムで測定できるようになるため，新規機能性材料開発などに非常に有効な解析手段となる．より多くのユーザーに多方面で活用してもらえることを期待する．

ガスクロマトグラフ質量分析装置 SCION SQ の紹介

科学分析支援センター 新美 智久，三田 和義，藤原 隆司

埼玉大学で行われる教育・研究及び様々な活動により排水が発生する．排水は建物内の配管を通り構内の下水道管に流れ，大学の最終放流口よりさいたま市の管理する下水道に放流される．下水道法により下水には排除基準値を超えた有害物質を流すことができない．そのため科学分析支援センターでは実験をする建物の枡および最終放流口で排水を採取して分析を行っている．そして月 1 回さいたま市に分析結果と排水量を報告している．その分析項目は揮発性有機化合物と重金属類の 2 つに分類される．揮発性有機化合物はガスクロマトグラフ質量分析装置で，重金属類は ICP 発光分析装置を用いて分析を行っている．

ガスクロマトグラフ質量分析装置は，排水のように多種多様な物質が混合された試料を分析するのに大変強力な装置である．本装置は成分分離部のガスクロマトグラフと分離された各成分の分子量を測定する四重極型質量分析装置から構成される．ガスクロマトグラフでは，高温下で気化した試料を分離カラムによって成分の性質の違いを利用して分離し，それを質量分析部に送る．質量分析部では，分離された成分を電子衝撃法によりイオン化し，四重極電場によって分離されたイオンが検出器に到達する．

科学分析支援センターでは，基盤的教育研究設備等整備計画により平成 26 年 3 月にガスクロマトグラフ質量分析装置をブルカー・ダルトニクス製 SCION SQ に更新した．この SCION SQ はこれまでのガスクロマトグラフ質量分析装置にはない様々な機能が追加されていて，今後教育・研究の多方面に活躍を期待される装置である．ここではその機能のいくつかを紹介する．

試料注入方法

これまでのガスクロマトグラフ質量分析装置の場合，試料注入方法はヘッドスペース法しか選択できなかった．これに対して，SCION SQ では試料注入方法はヘッドスペース法と液打ちの2種類の方法を選択することができる．ヘッドスペース法は，密閉容器中の試料を加熱し，容器上部に蒸発した気体を採取，分析する方法で排水分析によく用いられる．液打ちは，試料注入口に液体試料を直接注入する方法である．液打ちについてはさらに，自分で試料を注入する手動注入と，オートサンプラーにより複数の試料を順番に注入する自動注入の両方に対応している．

デュアルカラムおよびクイックスイッチバルブ

デュアルカラムはクロマトグラフ内に2つのカラムを装着することができるシステムである．一般的なクロマトグラフでは測定用カラムを1つしか装備できないが，SCION SQ は性質の異なる2つのカラムを装備して，用途に応じて使い分けることができる．

さらに SCION SQ にはクイックスイッチバルブという流路の切り替え機構が備わっている．クイックスイッチバルブで流路を切り替えることで，利用者は装置の電源を切ったり，真空を解除したりする事無く，利用者用カラムを着脱することができる．（図１参照）．また，排水分析用カラムから利用者用カラムに流路を切り替える際も，クイックスイッチバルブを用いることで簡単に切り替えることができる．このようにデュアルカラムとクイックスイッチバルブの組み合わせによって，今までは排水分析専用であった装置を，今後は

教育・研究にも有効活用できるようになった.

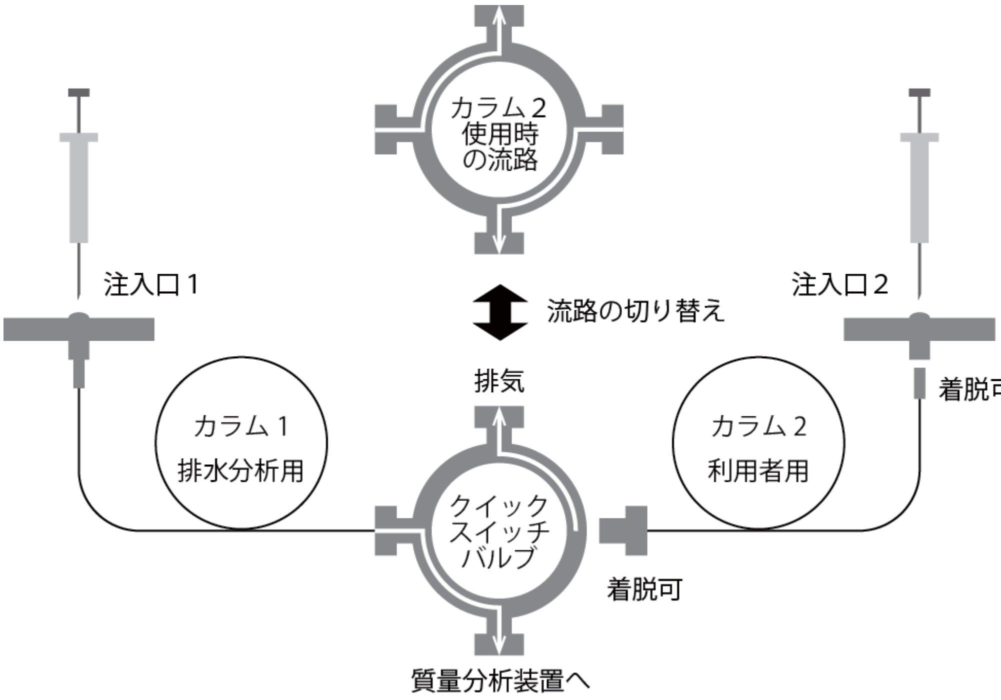


図１ クイックスイッチバルブによるカラムの切り替え

クロマトプローブ

一般的にガスクロマトグラフ質量分析装置では気体または液体の試料を測定するが，この装置は固体試料の分析も可能となっている．専用の小さなガラス管に固体試料を詰め，それをクロマトプローブという専用容器に導入し，クロマトプローブ内に熱をかけることで，固体試料を気化させる．気化した試料はキャピラリーを通じて質量分析装置に導入され測定される．

NIST ライブラリー

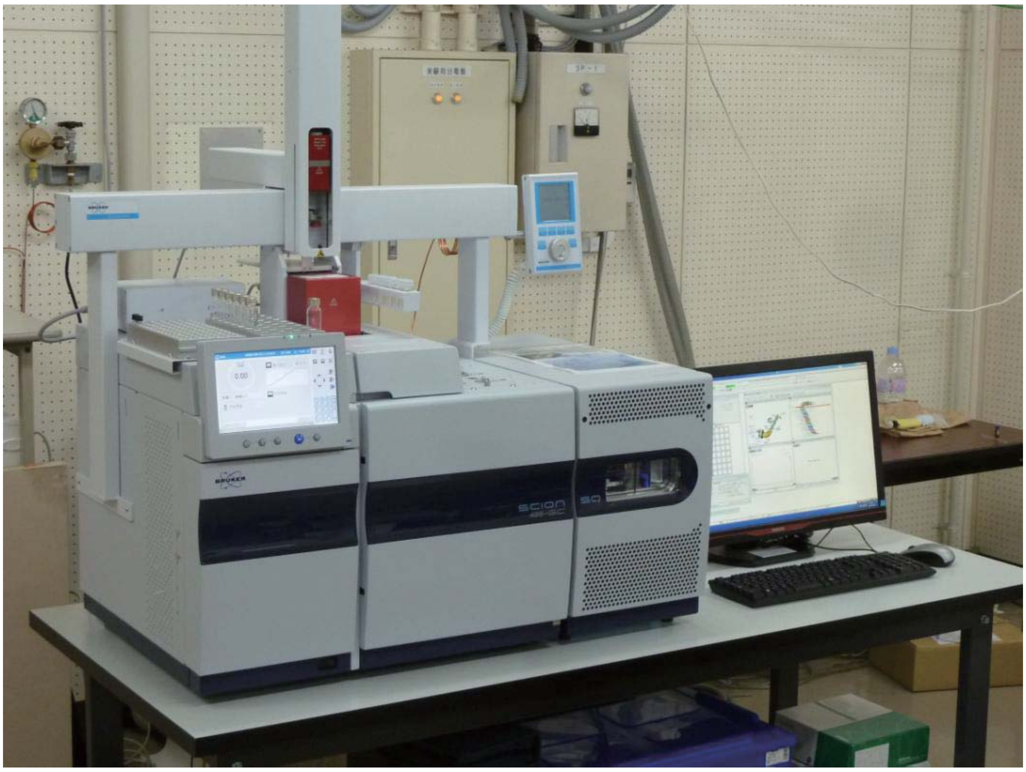
測定・解析用 PC には解析用データベースとして「NIST ライブラリー」がインストールされており，これを使ったデータ解析が可能となった．「NIST ライブラリー」には，質量スペクトルデータ，GC リテンション・インデックス等のデータが入っている．測定データ中の未知のピークが出ても「NIST ライブラリー」で検索を行うことで，未知のピークについて可能性が高い順に化合物をリストアップすることができる．これまでのガスクロマトグラフ質量分析装置では標準物質以外のピークが検出されても，それがどのような化合物か推測することができなかった．しかし，「NIST ライブラリー」を導入したことで今まで判別不能だった成分の分析が可能となり，これまでより厳密な排水分析が可能となる．

ヘリウム不足対策

一般的にガスクロマトグラフ質量分析装置は待機時でもヘリウムを流していなければならないという欠点がある．しかし，2012 年に発生した世界的なヘリウム供給不足は未だに解消されておらず，ヘリウムを使用する機器はその維持が困難になってきている．SCION SQ はヘリウム供給不足に対応するため，待機時はヘリウムの代わりに窒素を流すことでヘリウムの消費を抑える機構を備えている．使用時には窒素からヘリウムに戻すことで全く問題がなく使用することができる．これらの切換は PC に待機用メソッド，測定用メソッドを読み込むだけで切り替えることができるため，利用者へ負担がかかることもない．

容易なメンテナンス

　ガスクロマトグラフ質量分析装置はイオン源が試料によって汚染されていくため，装置の性能が徐々に低下していく．装置の性能を維持していくためには定期的にイオン源を分解，洗浄する必要がある．SCION SQ はイオン源を構成する部品が7つしかなく，今までの装置に比べて分解，洗浄にかかる労力が大変少なくて済む．その結果，今までガスクロマトグラフ質量分析装置の維持管理に費やす労力を他の分析装置の保守管理に振り向けることができる．



《セミナー》

X 線液晶構造解析の基礎と我々の最近の研究

科学分析支援センター 藤原　隆司，安武　幹雄

科学分析支援センターの主催の行事の一つである定例セミナーは，機器の基礎知識と最新の機器を使った研究と進展について，毎年，他大学の先生方をお迎えし，講演をしていただいている行事である．今年は「X 線回折における有機材料の解析と新規材料の探索」をテーマに X 線回折関連の先生をご招待し，講演をしていただいた．講演は平成 24 年 11 月 29 日(金)15 時～16 時 30 分　工学部講義棟 56 番教室にて開催された．講師には信州大学大学院総合工学系研究科生命機能・ファイバー工学専攻　スマート材料工学講座　教授の大田和親先生をお迎えした．講演参加者は 45 名であり，工学部，理学部を始めとした教職員及び学部生，大学院生であった．

まず，会の始まりにあたり，小林　科学分析支援センター長より，センター機器の利用状況，今年度導入された機器についての簡単な紹介等を含むあいさつがなされた．

ご講演内容は「X 線液晶構造解析の基礎と我々の最近の研究」であり，内容は 2 部構成であった．前半の講演では，X 線回折の測定に関する基礎知識とその回折の結果から得られる格子情報等の導き方に関する説明がなされた．さらに今回のテーマが X 線液晶構造解析であるため，液晶状態における X 線回折の結果とその解釈に関してわかりやすい説明がなされた．当センターの機器の利用で X 線回折装置は，かなり利用頻度の高い機器であるため，学部 4 年生にとっては非常に有意義な時間であったと思う．

後半の講演では，太田先生のご研究の内容をわかり易く説明いただいた．ご研究内容は「フタロシアニン液晶化合物の合成と液晶相構造の解析」に関するものであった．初めて聞く方でもわかり易い講演内容であり，実際の大田先生の研究で合成されている液晶化合物の X 線回折を元にし，その解析の行ない方を詳細に説明された．さらに，測定に関する詳細な情報と最新の 2 次元検出器を用い

た X 線回折に関する説明がなされ非常に有意義な時間であった. 特に太田先生の研究では, 最終化合物の合成に到達するためには数十段階もの合成過程を踏まなければならない, そのため最終化合物の生成量が非常に少ないとの苦労話をされ, その少ない最終化合物を如何に詳細に測定するか等の苦労話を詳しくお話しいただいた.

質疑等では, 教職員ならびに学生等の活発な質問がなされ, 終始非常に有意義な講演であったと思う.

最後に, 司会者の安武が閉会の言葉でしめくくり, 定例セミナーは盛会のうちに幕を閉じた.

なお, 今回の定例セミナーの内容を再度勉強しなおしたい方は下記の信州大学研究者総覧の大田和親先生記載の PDF をダウンロード願いたい.

URL　：https://soar-ir.shinshu-u.ac.jp/dspace/handle/10091/17016

《セミナー》

エムエステクノシステムズ　セミナー

～　タンパク質検出における近赤外蛍光観察のメリット　～

科学分析支援センター　畠山　晋

開催日：平成 25 年 7 月 24 日（水）14:40～16:10
ご協力：株式会社エムエステクノシステムズ
出席：12 名

株式会社エムエステクノシステムズのご好意によって開催され，講師の栗原吾郎氏（同社）により，米国 Li-COR 社の Odyssey シリーズを用いた近赤外蛍光観察について紹介された．ウェスタンブロッティングなどにおけるタンパク質の検出には，古くは酵素付加抗体を用いた化学発光や発色が用いられ，さらに近年までは可視光領域の蛍光による観察が主流であった．今回紹介された近赤外蛍光技術は，次のようなメリットがある．1）自家蛍光が低いためバックグラウンドが抑えられた画像と，高い感度が期待出来ること，2）蛍光強度がターゲットのタンパク質量に正確に比例するために，化学蛍光では難しかった定量解析の精度が高いこと，3）メンブレンが保存可能で，退色もなくいつまでも何回も撮影出来ることなどである．特に3）については，従来は検出プローブを一旦剥がす作業があり，再度検出するために煩雑な作業をもう一度行わなければならないことを考慮すると，大きなメリットである．さらに，近赤外蛍光検出機を組み合わせることで，２色同時検出ができるため，タンパク質検出の実験の幅と精度が増大する．

この近赤外蛍光プローブを用いた検出は，タンパク質にとどまらず，核酸をプローブにしてターゲットの DNA を検出することも可能である．さらに，Odyssey シリーズでは，DNA のスラブゲル電気泳動を行った直後に，ゲル板からゲルを取り出すこと無くバンドを検出可能である．ゲルシフトアッセイなどにおいて，このことは強みである．

Odyssey シリーズは，各方面で導入が進んでいるために，タンパク質検出のための既製プローブのラインナップ，新規蛍光色素の開発など，今後の主流となることが予想される．

《セミナー》

ライフテクノロジーズ　セミナー

～　次世代シーケンサ新時代，蛍光イメージング　～

科学分析支援センター　畠山　晋

開催日：平成25年9月25日（水）13:30～15:00
ご協力：ライフテクノロジーズジャパン株式会社
出席：19名

ライフテクノロジーズジャパン株式会社様のご協力によって，DNA シーケンサと蛍光イメージングの2本立てでセミナーが開催された．

ライフテクノロジーズジャパン株式会社・フィールドアプリケーションサイエンティストの徳永裕子氏により，パーソナルタイプの次世代シーケンサの紹介があった．IonPGM は，DNA 複製時に放出される水素イオンを半導体センサーが検出し，塩基を解読するというシンプルかつ斬新なアイディアに基づくものである．蛍光標識を必要としないために，低コスト解析が可能となるものである．イオントレントと呼ばれるこの技術は，開発以来アプリケーションの幅が拡大し，RNA の直接シーケンシングにも応用できるようになった．このため，発現解析，small RNA 解析など，近年の遺伝子機能解析のトレンドに合致している．

続いては，モレキュラープローブ社のテクニカルセールススペシャリスト・鶴丸優介氏により，蛍光イメージングについてのテクニカルセミナー．蛍光プローブ，オルガネラの蛍光試薬において多くのラインナップを有する同社の商品は，バイオ研究では最も多く使用されていると言える．蛍光イメージングの基礎が分かりやすく解説されたのち，細胞内のオルガネラの観察や，細胞内分子のラベリングの技術が解説され，さらに，新たな BacMan テクノロジー，BrdU に代わる DNA ラベリング法など，最新技術が紹介された．近年では，パーソナルユースの顕微鏡の画像解像度と処理能力が上昇したために，ラボレベルでも鮮明なオルガネラ観察が可能になりつつある．その面において，同社の提供する商品は有力である．

《センターより》

環境分析・実験系廃液処理だより

科学分析支援センター　三田　和義，道村　真司

科学分析支援センターでは，実験系廃棄物の回収・外部処理依頼および構内排水の水質検査を実施しています．平成 25 年度の環境分析・廃液処理関連の活動状況や廃液の回収量，構内排水の分析結果などを報告します．昨年より，工学部応用化学科 2 年次生の学生実験ガイダンスにおいて実験の基礎として，環境に配慮した実験廃液の適切な搬出方法等を説明させていただいています．今年度は 70 名の受講者数でした．

次に，実験系廃棄物(無機系・有機系廃液及び固形廃棄物)の処理について報告致します．平成 25 年度より，無機廃液処理施設の老朽化のため無機廃液を含めたすべての実験系廃棄物の外部処理委託を今年より開始致しました．毎月約 2000 ﾘｯﾄﾙ強の実験廃液を回収し業者に処理委託を行っています．無機廃液の外注化に伴いましては，貯留量及び廃液の pH が，処理作業上での安全確保に大変重要な項目でありますので今まで以上に確認を行い安全に対して注意を払っています．また，有機廃液におきましても，貯留量を 16L から 20L へ変更したことにより以前にも増して貯留量の遵守をお願いするとともに確認を実施しています．また，時代の流れもあり実際には実験系廃棄物に該当しないような廃棄物も施設課などからの依頼により当センターで引き取り委託処分するようになってきています．

図 1 には過去 25 年間の無機系・有機系廃液回収量の推移を，図 2 には最近 4 年間（2010-13 年度）の有機廃液の月毎の回収量の推移をそれぞれ表しました．無機系廃液はここ数年，横ばい傾向にあります．有機系廃液は減少から増加への転向傾向かと思われますが，20 年前と比べると 3 倍以上と増えている値です．

実験廃液の減量化につきましては，センターHP の『サービス→実験系廃棄物回収→廃液排出量の減量化及び安全対策』を参考に今後も**実験廃液の減量に皆様のさらなるご協力をお願いします**．

構内排水の分析におきましては，さいたま市の政令に基づき本年も最終放流口において月 2 回の水質検査，水温と pH の測定を毎日行いました．また，事前に事故を防ぐため及び環境保全の点から構内モニター枡での水質検査も毎月実施しています．これとは別にさいたま市の実施する水質検査(年 3 回程度)も毎年行われています．この検査結果は 6 月より毎月刊行している環境分析ニュースレターの紙面上でみなさんにお知らせし，学生を含む皆様に注意喚起をお願いしています．

平成 25 年度の構内排水の水質検査結果において一部の学内のモニター枡において VOC(揮発性有機化合物)，重金属類で基準値超過がたびたび見られましたが，最終放流口での値はまったく問題がありませんでした．

pH の値におきましては，最終放流口で 1 月から 3 月にかけて 8.8 超～9 未満の状態が頻繁に発生していましたが，学内のすべてのモニター枡では pH が 7 近辺でした．最終放流口において pH の値が高くなった原因については不明ですが，引き続き注意深く監視しております．

表1には，さいたま市が実施した大学の最終放流口での水質検査の結果を示しています．表中の 2 列目はさいたま市の排除基準値で，それを超えた場合には市より警告を受け，大学として原因の究明と改善についての報告書を作成し，提出しなければなりませんのでご注意下さい．

また，最終放流口において，基準値超過が頻繁に発生した場合，市からの厳しい指導を受けるだけでなく教育・研究に多大な影響を与えることになり，さらには大学のイメージダウンともなりかねません．

「絶対に試薬は流しに流さない」ように実験に際しては十分注意していただくようにお願いします．また，薬品に限らずpHを高くするような物質も流しに流さないようお願いいたします．特に学生への周知徹底をお願いします．

その他，平成25年度6月から環境分析ニュースレターを毎月刊行し，実験廃液の回収量や構内排水の分析結果及び廃液回収において注意して頂きたいことなどをお知らせしています．また，埼玉大学が加入している大学等環境安全協議会の総会や研修会・セミナー等へ積極的に参加することで，水質改善，廃棄物特に特別管理産業廃棄物に対する安全対策や意識の向上を図っています．

皆様におかれましては，実験廃液搬出方法説明会への出席および排水・実験廃棄物搬出へのご協力，誠にありがとうございます．今後ともさらなるご協力をお願いします．

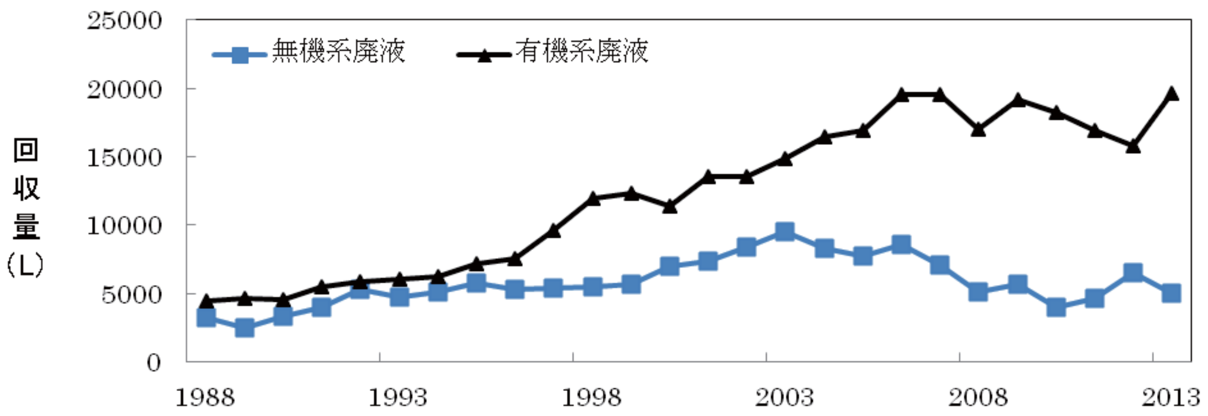


図１　無機系・有機系廃液の回収量推移

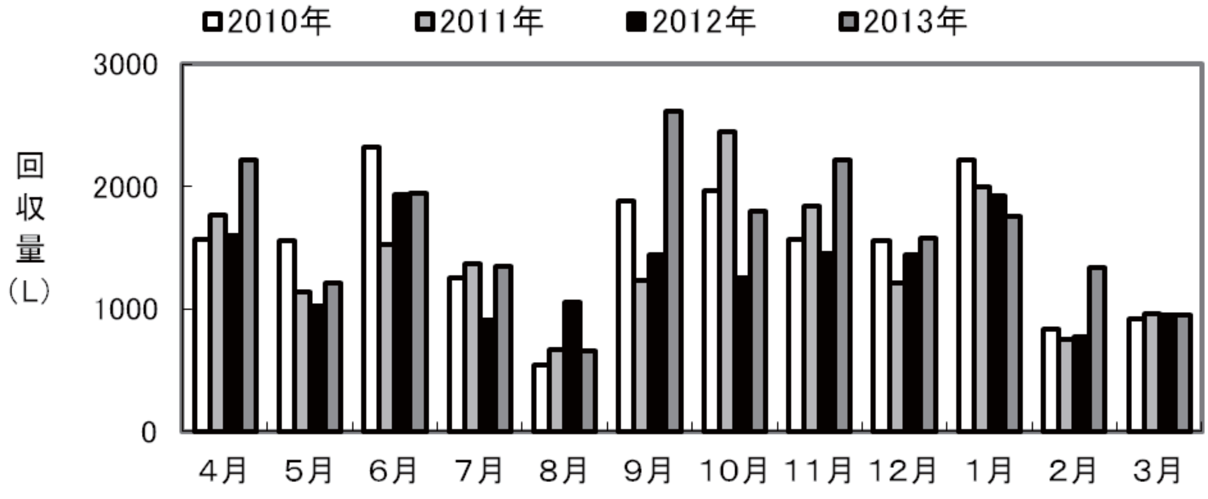


図２ 有機廃液の月別回収量

平成 25 年度外部委託処理量

実験廃液･廃棄物等の外部委託処理	搬出日	項目	排出量
第 1 回　委託処理	5/7	有機系廃液	2,200　L
		無機系廃液	400　L
		固形物	195　kg
第 2 回　委託処理	6/3	有機系廃液	1,210　L
		無機系廃液	511　L
		固形物	59　kg
第 3 回　委託処理	7/9	有機系廃液	1,934　L
		無機系廃液	531　L
		固形物	188　kg
第 4 回　委託処理	8/2	有機系廃液	1,350　L
		無機系廃液	371　L
		固形物	48　kg
第 5 回　委託処理	9/5	有機系廃液	655　L
		無機系廃液	279　L
		固形物	30　kg
第 6 回　委託処理	10/8	有機系廃液	2,615　L
		無機系廃液	925　L
		固形物	278　kg
第 7 回　委託処理	10/30	有機系廃液	1,795　L
		無機系廃液	235　L
		固形物	105　kg
第 8 回　委託処理	12/12	有機系廃液	2,223　L
		無機系廃液	504　L
		固形物	278　kg
第 9 回　委託処理	12/26	有機系廃液	1,582　L
		無機系廃液	137　L
		固形物	231　kg
第 10 回　委託処理	1/30	有機系廃液	1,761　L
		無機系廃液	413　L
		固形物	443　kg
第 11 回　委託処理	2/27	有機系廃液	1,338　L
		無機系廃液	353　L
		固形物	103　kg
第 12 回　委託処理	3/27	有機系廃液	947　L
		無機系廃液	238　L
		固形物	70　kg

その他の活動		実施日
工学部応用化学科 2 年次生 『応用化学実験 I 実験ガイダンス』		4/5
第 1 回　廃液処理説明会		4/17
第 2 回　廃液処理説明会		4/22
第 31 回　大学等環境安全協議会総会･研修会参加		7/17-19
第 29 回　大学等環境安全協議会技術分科会参加		11/14-15
中小企業者のための地下水汚染防止対策セミナー参加		1/30
平成 25 年度　土壌･地下水汚染対策に関する講習会参加		2/19
下水道最終放流口の水質分析　※	pH，水温	毎日
	有害金属類	月 2 回
	揮発性有機化合物	月 2 回
さいたま市建設局下水道部下水道維持管理課への報告		毎月
実験廃液･廃棄物等の定期回収		毎月
環境分析ニュースレター発行（6月～） 実験廃液･廃棄物等の回収状況 及び 学内排水の水質分析結果を報告		毎月

※　本センターが政令に基づいて分析している．さいたま市が実施している「大学の最終放流口での水質検査」の結果については表 1 に記載している．

表1. 平成25年度 さいたま市による排除下水の水質検査結果

◎ 採水場所 ： 埼玉大学下水道最終放流口

単位:pHを除いてmg／ℓ

検査項目	排除基準値	採水日時		
		2013/6/20 11:55	2013/10/17 13:35	2014/1/16 11:50
水素イオン濃度（ｐＨ）	5 超 9 未満	7.9	7.9	8.7
窒素含有量	240 未満	50.0	37.0	80.0
燐含有量	32 未満	4.00	2.50	6.50
カドミウム及びその化合物	0.1 以下	0.01 ＞	0.01 ＞	0.01 ＞
シアン化合物	1 以下	0.10 ＞	0.10 ＞	0.10 ＞
鉛及びその化合物	0.1 以下	0.010 ＞	0.040	0.010 ＞
六価クロム化合物	0.5 以下	0.05 ＞	0.05 ＞	0.05 ＞
砒素及びその化合物	0.1 以下	0.010 ＞	0.010 ＞	0.010 ＞
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	0.005 以下	0.0005 ＞	0.0005 ＞	0.0005 ＞
トリクロロエチレン	0.3 以下	0.030 ＞	0.030 ＞	0.030 ＞
テトラクロロエチレン	0.1 以下	0.010 ＞	0.010 ＞	0.010 ＞
ジクロロメタン	0.2 以下	0.020 ＞	0.020 ＞	0.020 ＞
ベンゼン	0.1 以下	0.010 ＞	0.010 ＞	0.010 ＞
ほう素及びその化合物	10 以下	1.00 ＞	1.00 ＞	1.00 ＞
フッ素及びその化合物	8 以下	0.80 ＞	0.80 ＞	0.80 ＞
フェノール類	5 以下	0.50 ＞	0.05 ＞	0.08
銅及びその化合物	3 以下	0.30 ＞	0.30 ＞	0.10 ＞
亜鉛及びその化合物	2 以下	0.10	0.10 ＞	0.10
クロム及びその化合物	2 以下	0.20 ＞	0.20 ＞	0.05 ＞

《センターより》

平成 25 年度動物慰霊式

科学分析支援センター　畠山　晋

平成 25 年度埼玉大学実験動物慰霊式が 10 月 22 日（火）14 時 40 分から理学部 2 号館第一会議室において開催されました．主催は埼玉大学，そして科学分析支援センターが動物飼育室式の次第を取り仕切りました．実習や，卒業研究，そして研究の目的で実験動物を使用している方々，総合研究機構に属する教職員，そして動物の御霊に感謝し安らかな眠りを祈りたいという方々，合わせて132 名の参加者がありました．

式は，畠山晋講師（科学分析支援センター，埼玉大学動物実験委員会委員）の司会により進められました．小林哲也教授（埼玉大学動物実験委員会委員長）による開式のことばに続いて，坂井貴文教授（理学部長）のあいさつがありました．動物実験は常に適正に行なわれるべきであり，常に3R の原則を頭に入れ，命ある動物を用いていることを強く意識するべきであると述べられました．続いて動物飼育室の利用者を代表して中井淳一教授（脳科学融合研究センター）より慰霊のことばが捧げられました．今日の生物学，生命科学の進歩は，多くの実験動物の犠牲の上に成し遂げられたものであることを心に刻み，得られた貴重な情報を，社会に発表，優秀な人材を育て社会に還元するように努めるのが，我々の責務であると述べ，改めて動物の御霊に感謝と敬意を示しました．次に参加者全員によって花が手向けられ，黙祷することによって，実験動物の御霊に対する深い感謝と安らかな眠りを祈りました．最後に小林秀彦・科学分析支援センター長のことばによって式が閉じられました．実験動物を扱っている教職員・学生は，動物実験を行なうときには，いつでも動物に対する尊敬の気持ちを忘れることのないように，そして，最大の効果を上げられるように，かつ適切な実験を遂行できるように絶えず配慮することが必要であると思います．

動物慰霊式への出席者は年々増加しています．それは，動物愛護の考え方の浸透と実験動物の範疇の拡大によるものであると考えられます．今後も世界および日本の動向を注視しつつ，本学における動物実験が適切に行われるように，施設の維持に努めて参りたいと改めて感じました．

《センターより》

平成 25 年科学分析支援センター機器使用研究実績

理学部　基礎化学科

Futamata M, Handa S, Suzuki H, Chiba H. Critical importance of nanogaps between metal nanoparticles and metal substrates in surface enhanced raman scattering. *Proceedings of SPIE. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers*; **2013**; 8815 (Nanoimaging and Nanospectroscopy):881519/1–881519/17.

Handa S, Yu Y, Yajima T, Futamata M. Highly-sensitive Raman spectroscopy using gold and silver nanoparticles. *Hyomen Kagaku. Nippon Hyomen Kagakkai*; **2013**;34(8):449–54.

Hasegawa T, Izumi H, Yamada H. Structural factors in the odor of α-santalol derivatives. *Natural Product Communications. Natural Product Inc.*; **2013**;8(7):869–71.

Kishi M, Kubo Y, Ishikawa R, Shirai H, Ueno K. Efficient organic photovoltaic cells using MoO3 hole-transporting layers prepared by simple spin-cast of its dispersion solution in methanol. *Japanese Journal of Applied Physics. Japan Society of Applied Physics*; **2013**;52(2):020202/1–020202/3.

Kuwabara T, Saito M, Guo J-D, Nagase S. Unexpected Formation of Ru2Sn2 Bicyclic Four-Membered Ring Complexes with Butterfly and Inverse-Sandwich Structures. *Inorganic Chemistry. American Chemical Society*; **2013**;52(7):3585–7.

Mikami H, Toyoda E, Nakata N, Ishii A. Synthesis of [SSSS]-type bis(thiophenol) ligand based on a trans-cyclooctane-1,2-diyl(thio) platform and an unexpected reaction with platinum complexes to produce sulfide-bis(thiolato) PtII complex. *Journal of Sulfur Chemistry. Taylor & Francis Ltd.*; **2013**;34(6):661–70.

Nakata N, Toda T, Matsuo T, Ishii A. Controlled Isospecific Polymerization of α-Olefins by Hafnium Complex Incorporating with a trans-Cyclooctanediyl-Bridged [OSSO]-Type Bis(phenolate) Ligand. *Macromolecules (Washington, DC, United States). American Chemical Society*; **2013**;46(17):6758–64.

Saito M, Akiba T, Kaneko M, Kawamura T, Abe M, Hada M, et al. Synthesis, Structure, and Reactivity of Lewis Base Stabilized Plumbacyclopentadienylidenes. *Chemistry - A European Journal. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*; **2013**;19(50):16946–53 (Selected as a back cover).

Saito M, Fujita M, Kanatomi Y, Ishimura K. Debromination of 1,2-bis(phenylseleno)benzene dibromide. *Bulletin of the Chemical Society of Japan. Chemical Society of Japan*; **2013**;86(8):990–2.

Toda T, Nakata N, Matsuo T, Ishii A. Synthesis, Structure, and 1-Hexene Polymerization Catalytic Ability of Group 5 Metal Complexes Incorporating an [OSSO]-Type Ligand. *ACS Catalysis. American Chemical Society*; **2013**;3(8):1764–7.

Yamaguchi Y, Nakata N, Ishii A. Strong Solid-State Phosphorescence of 1,2-Telluraplatinacycles Incorporated into Rigid Dibenzobarrelene and Triptycene Skeletons. *European Journal of Inorganic Chemistry. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*; **2013**;2013(30):5233–9.

Yu Y, Handa S, Yajima T, Futamata M. Flocculation of Ag nanoparticles elucidating adsorbed p-mercaptobenzoic acid by surface enhanced Raman scattering. *Chemical Physics Letters. Elsevier B.V.*; **2013**;560:49–54.

長谷川 登志夫, ‘‘お香の香気成分 (Aroma components of incense)’’, におい・かおり環境学会誌 *(J. Japan Association on Odor Environment)*, 44, 133–140 (**2013**).

理学部 分子生物学科

Endo M, Kotake T, Watanabe Y, Kimura K, Tsumuraya Y. Biosynthesis of the carbohydrate moieties of arabinogalactan proteins by membrane-bound β-glucuronosyltransferases from radish primary roots. *Planta. Springer*; **2013**;238(6):1157–69.

Otsuru M, Yu Y, Mizoi J, Kawamoto-Fujioka M, Wang J, Fujiki Y, et al. Mitochondrial Phosphatidylethanolamine Level Modulates Cyt c Oxidase Activity to Maintain Respiration Capacity in Arabidopsis thaliana Rosette Leaves. *Plant and Cell Physiology. Oxford University Press*; **2013**;54(10):1612–9.

Fujiki Y, Kudo K, Ono H, Otsuru M, Yamaoka Y, Akita M, et al. Genetic disruption of CRC 12S globulin increases seed oil content and seed yield in Arabidopsis thaliana. *Plant Biotechnology (Tokyo, Japan). Japanese Society for Plant Cell and Molecular Biology*; **2013**;30(4):327–33.

Jimbo H, Noda A, Hayashi H, Nagano T, Yumoto I, Orikasa Y, et al. Expression of a highly active catalase VktA in the cyanobacterium Synechococcus elongatus PCC 7942 alleviates the photoinhibition of photosystem II. *Photosynthesis Research. Springer*; **2013**;117(1-3):509–15.

Kotake T, Hamamoto S, Saito T, Ohnishi J, Komatsu T, Tsumuraya Y. Characterization of alkali-soluble polysaccharides in deep subsoil layers. *Soil Science and Plant Nutrition (Abingdon, United Kingdom). Taylor & Francis Ltd.*; **2013**;59(6):871–6.

Kitazawa K, Tryfona T, Yoshimi Y, Hayashi Y, Kawauchi S, Antonov L, et al. β-Galactosyl Yariv reagent binds to the β-1,3-galactan of arabinogalactan proteins. *Plant Physiology. American Society of Plant Biologists*; **2013**;161(3):1117–26.

Hashimoto M, Seki T, Matsuoka S, Hara H, Asai K, Sadaie Y, et al. Induction of extracytoplasmic function sigma factors in Bacillus subtilis cells with defects in lipoteichoic acid synthesis. *Microbiology (Reading, United Kingdom). Society for General Microbiology*; **2013**;159(1):23–35.

理学部 生体制御学科

Aizawa S, Sakata I, Nagasaka M, Higaki Y, Sakai T. Negative regulation of neuromedin U mRNA expression in the rat pars tuberalis by melatonin. *PLoS One. Public Library of Science*; **2013**;8(7):e67118.

Inoue M, Aizawa S, Higaki Y, Kawashima A, Koike K, Takagi H, et al. Detailed morphogenetic analysis of the embryonic chicken pars tuberalis as glycoprotein alpha subunit positive region. *Journal of Molecular Histology. Springer*; **2013**;44(4):401–9.

Mondal A, Aizawa S, Sakata I, Goswami C, Oda S, Sakai T. Mechanism of ghrelin-induced gastric contractions in Suncus murinus (house musk shrew): involvement of intrinsic primary afferent neurons. *PLoS One. Public Library of Science*; **2013**;8(4):e60365.

Miyano Y, Sakata I, Kuroda K, Aizawa S, Tanaka T, Jogahara T, et al. The role of the vagus nerve in the migrating motor complex and ghrelin- and motilin-induced gastric contraction in suncus. *PLoS One. Public Library of Science*; **2013**;8(5):e64777.

Sakata I, Sakai T. Animal models in study of food intake and enterokinesis. Suncus murinus, a small mammal which produces motilin and ghrelin. *G.I. Research. Sentan Igakusha*; **2013**;21(1):25–30.

Ma L, Kazama Y, Inoue H, Abe T, Hatakeyama S, Tanaka S. The type of mutations induced by carbon-ion-beam irradiation of the filamentous fungus Neurospora crassa. *Fungal Biology. Elsevier Ltd.*; **2013**;117(4):227–38.

Gong Z, Yoshimura M, Aizawa S, Kurotani R, Zigman JM, Sakai T, et al. G protein-coupled receptor 120 signaling regulates ghrelin secretion in vivo and in vitro. *American Journal of Physiology. American Physiological Society*; **2014**;306(1, Pt. 1):E28–E35.

Kurashima K, Chae M, Inoue H, Hatakeyama S and Tanaka S. Ultraviolet sensitive-5 is deficient for a mitofusin homologue, fzo1, which is involved in the maintenance of long lifespan in Neurospora crassa. *Eukaryotic Cell*. **2013**, 12(2):233–143.

工学部 電気電子システム工学科

Yagi S, Noguchi S, Hijikata Y, Kuboya S, Onabe K, Yaguchi H. Conversion efficiency of intermediate band solar cells with GaAs:N δ-doped superlattices. *Japanese Journal of Applied Physics. Japan Society of Applied Physics*; **2013**;52(10, Pt. 1):102302/1–102302/4.

Myoren H, Taguchi S, Ohshima K, Wakatsuki T, Taino T, Parlato L, et al. Performance of superconducting single-photon detectors using NbN/NiCu nanowires. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity. Institute of Electrical and Electronics Engineers*; **2013**;23(3, Pt. 1):2201304/1–2201304/4.

Yagi S, Suzuki J, Orihara M, Hijikata Y, Yaguchi H. Stacked structure of self-organized cubic InN nano-dots grown by molecular beam epitaxy. *Physica Status Solidi C: Current Topics in Solid State Physics. Wiley-Blackwell*; **2013**;10(11):1545–8.

Suzuki J, Orihara M, Yagi S, Hijikata Y, Yaguchi H. RF-MBE growth of cubic InN nano-scale dots on cubic GaN. *Journal of Crystal Growth. Elsevier B.V.*; **2013**;378:454–8.

工学部 応用化学科

Kodama K, Kobayashi A, Hirose T. Synthesis and spectral properties of ruthenium(II) complexes based on 2,2’-bipyridines modified by a perylene chromophore. *Tetrahedron Letters. Elsevier Ltd.*; **2013**;54(40):5514–7.

Wang Q, Mitsumura N, Chen Q, Apar P, Niida H, Ito S, et al. Suppression method of the condensation reaction during phenol liquefaction of woody material. *WIT Transactions on Ecology and the Environment. WIT Press*; **2013**;176(Energy and Sustainability IV):279–90.

Kinoshita H, Uemura R, Fukuda D, Miura K. Platinum-Catalyzed One-Pot Alkenylation of Aldehydes Using Alkynes and Triethylsilane: Dual Catalysis by Platinum(II) Chloride. *Organic Letters. American Chemical Society*; **2013**;15(21):5538–41.

Nagashima S, Yamazaki H, Kudo K, Kamiguchi S, Chihara T. S-Acylation of aliphatic and aromatic thiols with carboxylic acids and their esters over solid acid catalysts in the gas phase at temperatures above 200 °C. *Applied Catalysis, A: General. Elsevier B.V.*; **2013**;464–465:332–8.

Takeshi K, Takagi K, Fukuda T, Chihara T, Tajima Y. Film-forming properties of fullerene derivatives in electrospray deposition method. *Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. Scientific Research Publishing, Inc.*; **2013**;3(1A):84–88, 5 pp.

Jinzaki T, Arakawa M, Kinoshita H, Ichikawa J, Miura K. Nucleophilic Addition of α-(Dimethylsilyl)nitriles to Aldehydes and Ketones. *Organic Letters. American Chemical Society*; **2013**;15(14):3750–3.

Shitara H, Shintani T, Kodama K, Hirose T. Solvent-Induced Reversed Stereoselectivity in Reciprocal Resolutions of Mandelic Acid and erythro-2-Amino-1,2-diphenylethanol. *Journal of Organic Chemistry. American Chemical Society*; **2013**;78(18):9309–16.

Wang Q, Qiao Q, Chen Q, Mitsumura N, Kurokawa H, Sekiguchi K, et al. Process analysis of waste bamboo materials using solvent liquefaction. *WIT Transactions on Ecology and the Environment. WIT Press*; **2013**;176(Energy and Sustainability IV):267–77.

Miura H. Catalyst technology for butadiene preparation: dehydrogenation and oxidative dehydrogenation. *Petrotech (Tokyo, Japan). Sekiyu Gakkai*; **2013**;36(3):205–9.

Kinoshita H, Takahashi H, Miura K. Regioselective synthesis of multisubstituted benzenes by palladium-catalyzed intermolecular reaction of β-iodo-β-silylstyrenes with alkynes. *Organic Letters. American Chemical Society*; **2013**;15(12):2962–5.

Kakiage M, Yoshikoshi D, Yanase I, Kobayashi H. Preparation of crystalline turbostratic boron nitride nanoparticles by combination of precursor compound formation and impurity segregation from boric acid and urea. *Key Engineering Materials. Trans Tech Publications Ltd.*; **2013**;534(Advanced Micro-Device Engineering III):55–60, 7 pp.

Tahara N, Kakiage M, Yanase I, Kobayashi H. Effect of addition of tartaric acid on synthesis of boron carbide powder from condensed boric acid-glycerin product. *Journal of Alloys and Compounds. Elsevier B.V.*; **2013**;573:58–64.

Yanase I, Mizuno T, Kobayashi H. Structural phase transition and thermochromic behavior of synthesized W-substituted CuMoO4. *Ceramics International. Elsevier Ltd.*; **2013**;39(2):2059–64.

Nagashima S, Kudo K, Yamazaki H, Kamiguchi S, Chihara T. Gas-phase S-alkylation of benzenethiol with aliphatic alcohols, ethers, esters, alkyl halides and olefins over halide cluster catalysts of Groups 5 and 6 transition metals. *Applied Catalysis, A: General. Elsevier B.V.*; **2013**;450:50–6.

Kurokawa H, Miura K, Yamamoto K, Sakuragi T, Sugiyama T, Ohshima M, et al. Oligomerization of ethylene to produce linear α-olefins using heterogeneous catalyst prepared by immobilization of α-diiminenickel(II) complex into fluorotetrasilicic mica interlayer. *Catalysts. MDPI AG*; **2013**;3(1):125–36.

Kakiage M, Tahara N, Watanabe R, Yanase I, Kobayashi H. Microstructure in precursor formed by controlling composition of condensed boric acid-poly(vinyl alcohol) product for low-temperature synthesis of boron carbide powder. *Journal of the Ceramic Society of Japan. Ceramic Society of Japan*; **2013**;121(Jan.):40–4.

Yamakawa T, Kinoshita H, Miura K. Synthetic utility of tribenzyltin hydride and its derivatives as easily accessible, removable, and decomposable organotin reagents. *Journal of Organometallic Chemistry. Elsevier B.V.*; **2013**;724:129–34.

Kakiage M, Tahara N, Tominaga Y, Yanagidani S, Yanase I, Kobayashi H. Effect of molecular structure of polyols with different molecular characteristics on synthesis of boron carbide powder. *Key Engineering Materials. Trans Tech Publications Ltd.*; **2013**; 534 (Advanced Micro-Device Engineering III):61–65, 6 pp.

Ouchi K, Saito S, Shibukawa M. New Molecular Motif for Recognizing Sialic Acid Using Emissive Lanthanide-Macrocyclic Polyazacarboxylate Complexes: Deprotonation of a Coordinated Water Molecule Controls Specific Binding. *Inorganic Chemistry. American Chemical Society*; **2013**;52(11):6239–41.

Kakiage M, Kobayashi H. Synthesis of boron carbide powder by soft chemical process. *Journal of Technical Association of Refractories, Japan. Technical Association of Refractories, Japan*; **2013**;33(3):155–67.

Kato M, Hari T, Saito S, Shibukawa M. Determination of free lime in steelmaking slags by use of ethylene glycol extraction/ICP-AES and thermogravimetry. *Tetsu to Hagane. Iron and Steel Institute of Japan*; **2014**;100(3):10–5.

Kamiguchi S, Takeda K, Kajio R, Okumura K, Nagashima S, Chihara T. Application of Solid-State Molybdenum Sulfide Clusters with an Octahedral Metal Framework to Catalysis: Ring-Opening of Tetrahydrofuran to Butyraldehyde. *Journal of Cluster Science. Springer*; **2013**;24(2):559–74.

Kurokawa H, Nakazato Y, Tahara S, Katakura T, Ishihama Y, Sakuragi T, et al. Copolymerization of Ethylene with Vinyl Monomers using Heterogeneous Catalysts Consisting of α-Diimine Ni(II) Complexes Immobilized into a Fluorotetrasilicic Mica Interlayer in the Presence of an Alkylaluminum Compound. *Macromolecular Reaction Engineering. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*; **2013**;7(3-4):125–34.

Kano Y, Ohshima M, Kurokawa H, Miura H. Dehydrogenation of ethylbenzene over Fe-Ce-Rb and Fe-Ce-Cs mixed oxide catalysts. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis. Akademiai Kiado*; **2013**;109(1):29–41.

Saito S, Kawashima M, Ohshima H, Enomoto K, Sato M, Yoshimura H, et al. Separation of metalloproteins using a novel metal ion contaminant sweeping technique and detection of protein-bound copper by a metal ion probe in polyacrylamide gel electrophoresis: distribution of copper in human serum. *Analyst (Cambridge, United Kingdom). Royal Society of Chemistry*; **2013**;138(20):6097–105.

三浦 勝清, ‘‘有機ケイ素反応剤を利用する新規炭素—炭素結合形成反応の開発’’, ケイ素化学協会誌, 30, 5–12 (**2013**).

工学部　機能材料工学科

Sakai M, Kodama D, Okano Y, Sakuraba T, Honda Z, Kitajima A, et al. Magnetoresistance generated by combination of spin-orbit interaction and applied magnetic field in bipolar conductors. *Japanese Journal of Applied Physics. Japan Society of Applied Physics*; **2013**;52(9, Pt. 1):093001/1–093001/8.

Arai S, Fujimori A. Structural estimation of functional organized molecular films by using polarized near-edge x-ray absorption fine structure spectroscopy. *Bunseki Kagaku. Nippon Bunseki Kagakkai*; **2013**;62(7):611–25.

Fukuda T, Takagi K, Liao Y. Insertion of fullerene layer for bulk heterojunction organic photovoltaic cell fabricated by electrospray deposition method. *Physica Status Solidi RRL: Rapid Research Letters. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*; **2013**;7(12):1055–8.

Tajima R, Kamishima K, Kakizaki K, Hiratsuka N, Fujimori A, Sakai M, et al. Synthesis of a new U-type hexaferrite Ba4Cu2Fe36O60. *Transactions of the Materials Research Society of Japan. Materials Research Society of Japan*; **2013**;38(3):451–4.

Takeshi K, Takagi K, Fukuda T, Chihara T, Tajima Y. Film-forming properties of fullerene derivatives in electrospray deposition method. *Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. Scientific Research Publishing, Inc.*; **2013**;3(1A):84–88, 5 pp.
Fujimori A. Fabrication and structural estimation of “polymer nanosphere multilayered organization”. *MATEC Web of Conferences. EDP Sciences*; **2013**;4:03002/1–03002/4, 4 pp.

Hiratsuka N, Yuki S, Kamishima K, Kakizaki K. Fine structure and magnetic properties of Ni-Zn ferrite nanoparticles prepared by ultrasonic spray pyrolysis. *Funtai oyobi Funmatsu Yakin. Funtai Funmatsu Yakin Kyokai*; **2013**;60(6):257–62.

Fukuda T, Kimura S, Kamata N, Mori K, Hatano K. Improved Signal-to-Noise Ratio of Green-Sensitive Organic Photoconductive Device by Doping Silole Derivative. *Molecular Crystals and Liquid Crystals. Taylor & Francis, Inc.*; **2013**;578(1):119–26.

Khatri I, Tang Z, Hiate T, Liu Q, Ishikawa R, Ueno K, et al. Optical and carrier transport properties of graphene oxide based crystalline-Si/organic Schottky junction solar cells. *Journal of Applied Physics (Melville, NY, United States). American Institute of Physics*; **2013**;114(23):234506/1–234506/7.

Ishimaru Y, Kobayashi Y, Fujihara T. Preparation of Nickel(II) 5,10,15,20-tetraphenyl[1,2-c]pyrrolo-21-ethylcarboxyl-22-dipyrrylmethylporphyrin. *X-Ray Structure Analysis Online. Japan Society for Analytical Chemistry*; **2013**;29(9):37–38, 2 pp.

Suzuki M, Ishimaru Y, Saito A, Nishigaki K. Simple preparation of green fluorescent protein conjugated with β-cyclodextrin in a site specific manner. *Analytical Sciences. Japan Society for Analytical Chemistry*; **2013**;29(8):811–4.

Ishimaru Y, Yokomizo K, Fujihara T. crystal structure of nickel(II) 5,10,15,20-tetraphenyl[1,2-c](4’,5'- dimethyl)imidazolylpyrrolo-21-ethylcarboxylporphyrin. *X-Ray Structure Analysis Online. Japan Society for Analytical Chemistry*; **2013**;29(10):39–40, 2 pp.

Ishimaru Y, Yokomizo K. 1H NMR analysis of a self-assembling system of pyrrole-fused porphyrin-zinc complexes. *Bunseki Kagaku. Nippon Bunseki Kagakkai*; **2013**;62(10):937–41.

Liu Q, Khatri I, Ishikawa R, Fujimori A, Ueno K, Manabe K, et al. Improved photovoltaic performance of crystalline-Si/organic Schottky junction solar cells using ferroelectric polymers. *Applied Physics Letters. American Institute of Physics*; **2013**;103(16):163503/1–163503/5.

Fujimori A, Arai S, Kusaka J, Kubota M, Kurosaka K. Formation and structure of Langmuir-Blodgett films of organo-modified aluminosilicate with high surface coverage. *Journal of Colloid and Interface Science. Elsevier B.V.*; **2013**;392:256–65.

Liu Q, Imamura T, Hiate T, Khatri I, Tang Z, Ishikawa R, et al. Optical anisotropy in solvent-modified poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonic acid) and its effect on the photovoltaic performance of crystalline silicon/organic heterojunction solar cells. *Applied Physics Letters. American Institute of Physics*; **2013**;102(24):243902/1–243902/4.

Liu Q, Khatri I, Ishikawa R, Ueno K, Shirai H. Effects of molybdenum oxide molecular doping on the chemical structure of poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(stylenesulfonate) and on carrier collection efficiency of silicon/poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(stylenesulfonate) heterojunction solar . *Applied Physics Letters. American Institute of Physics*; **2013**;102(18):183503/1–183503/4.

Khatri I, Tang Z, Liu Q, Ishikawa R, Ueno K, Shirai H. Green-tea modified multiwalled carbon nanotubes for efficient poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate)/n-silicon hybrid solar cell. *Applied Physics Letters. American Institute of Physics*; **2013**;102(6):063508/1–063508/5.

Hatano K, Matsuoka K, Terunuma D. Carbosilane glycodendrimers. *Chemical Society Reviews. Royal Society of Chemistry*; **2013**;42(11):4574–98.

Sakuraba T, Hirama H, Sakai M, Honda Z, Hayakawa M, Okoshi T, et al. Crystal growth of magnetic dihydride GdxY1-xH2 for generation of spin current. *Journal of Crystal Growth. Elsevier B.V.*; **2013**;378:351–5.

Hirama H, Hayakawa M, Okoshi T, Sakai M, Higuchi K, Kitajima A, et al. Enhancement of hydrogen uptake for Y and Gd films by thin Ni surface overlayers. *Journal of Crystal Growth. Elsevier B.V.*; **2013**;378:356–60.

Li T, Honda Z, Fukuda T, Luo J, Kamata N. Fabrication and characterization of Zn3V2O8 phosphor by sol-gel process. *Journal of Sol-Gel Science and Technology. Springer*; **2013**;66(2):225–30.

Kishi M, Kubo Y, Ishikawa R, Shirai H, Ueno K. Efficient organic photovoltaic cells using MoO_3 hole-transporting layers prepared by simple spin-cast of its dispersion solution in methanol. *Japanese Journal of Applied Physics. Japan Society of Applied Physics*; **2013**;52(2):020202/1–020202/3.

Yamaoka M, Asami S-S, Funaki N, Kimura S, Liao Y, Fukuda T, et al. Preparation of organic light-emitting diode using coal tar pitch, a low-cost material, for printable devices. *PLoS One. Public Library of Science*; **2013**;8(5):e62903.

Okoshi T, Hayakawa M, Hirama H, Sakai M, Higuchi K, Kitajima A, et al. Influence of hydrogen incorporation on texture and grain size in YH2 films. *Journal of Crystal Growth. Elsevier B.V.*; **2013**;378:388–92.

Kitamura Y, Koshino H, Nakamura T, Tsuchida A, Nitoda T, Kanzaki H, et al. Total synthesis of the proposed structure for pochonicine and determination of its absolute configuration. *Tetrahedron Letters. Elsevier Ltd.*; **2013**;54(11):1456–9.

Ogiso M, Matsuoka K, Okada T, Imai T, Itoh M, Imamura T, et al. Immobilization of carbohydrate clusters on a quartz crystal microbalance sensor surface. *Journal of Colloid and Interface Science. Elsevier B.V.*; **2013**;393:257–63.

Ogiso M, Kobayashi J, Imai T, Matsuoka K, Itoh M, Imamura T, et al. Carbohydrate immobilized on a dendrimer-coated colloidal gold surface for fabrication of a lectin-sensing device based on localized surface plasmon resonance spectroscopy. *Biosensors & Bioelectronics. Elsevier B.V.*; **2013**;41:465–70.

Rahman MM, Kitao S, Tsuji D, Suzuki K, Sakamoto J-I, Matsuoka K, et al. Inhibitory effects and specificity of synthetic sialyldendrimers toward recombinant human cytosolic sialidase 2 (NEU2). *Glycobiology. Oxford University Press*; **2013**;23(4):495–504.

T. Fukuda, K. Takagi, N. Kamata, J. Ju, and Y. Yamagata, “Reduced Surface Roughness of P3HT:PCBM Thin Films with Different Ratios by Electrospray Deposition Method”, *IEICE Trans. Electron.*, vol.E96-C, 362–364 (**2013**).

T. Fukuda, S. Kimura, R. Kobayashi, and A. Furube, “Ultrafast Study of Charge Generation and Device Performance of a Silole–Doped Fluorene-Mixed Layer for Blue-Sensitive Organic Photoconductive Devices”, *Phys. Status Sol.(a)*, vol.210, 2674–2682 (**2013**).

澤田 英夫監修,『フッ素樹脂の最新動向』, 第 14 章, “結晶性フッ素系共重合体による耐熱性透明材料の創製 (藤森厚裕著)”, (株)シーエムシー出版, 139–148 (**2013**).

武志 一正, 高木 健次, 福田 武司, 千原 貞次, 田島 右副, “静電塗布法によるフラーレン誘導体の薄膜形成における印加電圧と膜質の関係”, 精密工学会誌, vol.79, 170–175 (**2013**).

工学部 環境共生学科

Chen Q, Wang Q, Mitsumura N, Niida H. Improved cellulose by ionic liquid mixture with solid acid catalysis and its application in polyethylene glycol liquefaction. *Materials Sciences and Applications. Scientific Research Publishing, Inc.*; **2013**;4(12):839–845, 7 pp.

Hasegawa Y, Murata M, Tsunemi F, Saito Y, Shirota K, Komine T, et al. Thermal Conductivity of an Individual Bismuth Nanowire Covered with a Quartz Template Using a 3-Omega Technique. *Journal of Electronic Materials. Springer*; **2013**;42(7):2048–55.
Kim KH, Sekiguchi K, Kudo S, Kinoshita M, Sakamoto K. Carbonaceous and ionic components in ultrafine and fine particles at four sampling sites in the vicinity of roadway intersection. *Atmospheric Environment. Elsevier Ltd.*; **2013**;74:83–92.

Murata M, Tsunemi F, Saito Y, Shirota K, Fujiwara K, Hasegawa Y, et al. Temperature Coefficient of Electrical Resistivity in Individual Single-Crystal Bismuth Nanowires. *Journal of Electronic Materials. Springer*; **2013**;42(7):2143–50.

Ortiz R, Shimada S, Sekiguchi K, Wang Q, Sakamoto K. Atmospheric concentrations of semivolatile bifunctional carbonyl compounds and the contribution from motor vehicles. *Asian Journal of Atmospheric Environment. Asian Association for Atmospheric Environment*; **2013**;7(3):152–60.

Sekiguchi K, Shimizu A. Vapor phase decomposition of organic contaminants in water using ultrasonic misting technology. *Kemikaru Enjiniyaringu. Kagaku Kogyosha*; **2013**;58(4):276–81.

Tsunemi F, Murata M, Saito Y, Shirota K, Hasegawa Y, Komine T. Shubnikov-de Haas oscillations in single-crystal bismuth nanowires encased in quartz template. *Applied Physics Express. Japan Society of Applied Physics*; **2013**;6(4):045002/1–045002/4.

Wang Q, Endo T, Apar P, Gui L, Chen Q, Mitsumura N, et al. Study on heterogeneous reaction between tar and ash from waste biomass pyrolysis and gasification. *WIT Transactions on Ecology and the Environment. WIT Press*; **2013**;176(Energy and Sustainability IV):291–302.

Wang Q, Itoh S, Itoh K, Apaer P, Chen Q, Niida D, et al. Behavior of suspended particulate matter emitted from combustion of agricultural residue biomass under different temperatures. *WIT Transactions on Ecology and the Environment. WIT Press*; **2013**;176(Energy and Sustainability IV):315–25.

Wang Q, Mitsumura N, Chen Q, Apar P, Niida H, Ito S, et al. Suppression method of the condensation reaction during phenol liquefaction of woody material. *WIT Transactions on Ecology and the Environment. WIT Press*; **2013**;176(Energy and Sustainability IV):279–90.

Wang Q, Qiao Q, Chen Q, Mitsumura N, Kurokawa H, Sekiguchi K, et al. Process analysis of waste bamboo materials using solvent liquefaction. *WIT Transactions on Ecology and the Environment. WIT Press*; **2013**;176(Energy and Sustainability IV):267–77.

Wang Q.*, Gong X., Suzuki M., Lu S., Nakajima D., Sekiguchi K. and Miwa M., Size-segregated allergenic particles released from airborne Cryptomeria japonica pollen grains during the Yellow Sand events within the pollen scattering seasons, *Asian Journal of Atmospheric Environment (AJAE)*; **2013**, Vol. 7(4), 191–198.

Wang Q.*, Nakamura S., Lu S., Nakajima D., Suzuki M., Sekiguchi K., Miwa M., Diurnal and nocturnal behaviour of airborne Cryptomeria japonica pollen grains and the allergenic species in urban atmosphere of Saitama, Japan, *Asian Journal of Atmospheric Environment (AJAE)*; **2013**, Vol. 7(2), 65–71.

Wang Q.*, N. H. Niida, P. Apar, Q. Chen, L. Gui, Q. Qian, N. Mitsumura, T. Endou, S. Animesh, H. Kurokawa, Clarification of the reaction at the solution interface of pyrite during oil agglomeration for developing desulfurization and coal cleaning efficiency, *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, Vol.176, *Energy and Sustainability IV, WIT Press*, ISSN 1743–354 (**2013**).

教育学部

Kaniya Y, Kizawa A, Miyagi A, Kawai-Yamada M, Uchimiya H, Kaneko Y, et al. Deletion of the transcriptional regulator cyAbrB2 deregulates primary carbon metabolism in Synechocystis sp. PCC 6803. *Plant Physiology. American Society of Plant Biologists*; **2013**;162(2):1153–63.

脳科学融合研究センター

Ohkura M, Nakai J. Development of the genetically encoded red fluorescent Ca2+ indicator R-CaMP1.07. *Nippon Yakurigaku Zasshi. Nippon Yakuri Gakkai*; **2013**;141(3):175.

Ohkura M, Nakai J. Ca2+ imaging of neurons and astrocytes with genetically encoded Ca2+ indicators. *Nippon Yakurigaku Zasshi. Nippon Yakuri Gakkai*; **2013**;142(5):226–30.

地圏科学研究センター

Matsushita T, Osada M, Takahashi M. AMS 14C ages and petrological features for solidified fractures with carbonates at coastal outcrops of Yakushima Island, Japan. *Environmental Earth Sciences. Springer*; **2013**;68(2):577–84.

Oguchi CT. Salt weathering of rocks and cement mortar materials due to sulfates. *Ryusan to Kogyo. Ryusan Kyokai*; **2013**;66(5):67–77.

Kamh, G. M. E., Ismael, B. and Oguchi, C. T.: Pore Size Distribution and Wall Side Orientation Controlling Salt Susceptibility Index “SSI” and Weathering Rate of Stratified Pharaonic Rock Art. *Restoration of Buildings and Monuments. Bauinstandsetzen und Baudenkmalpflege.* vol. 19, no. 5, 1–22, **2013**.

Kamh, G. M., Oguchi, C. T. and Watanabe, K.: Factors Controlling Salt Susceptibility and Alteration Indices on Salt Weathering of Oolitc Limestone using Single Salt at Five Weathering Regimes, a case study. *Restoration of Buildings and Monumets "An International Journal"*, vol. 19, no. 6, 1–24, **2013**.

Swe, Yu, and Oguchi, C.T.: Is sheer thenardite attack impotent compared with cyclic conversion of thenardite–mirabilite mechanism in laboratory simulation tests? *Engineering Geology*, vol. 152, 148–54, **2013**.

Kamh, G.M.E., Shehata, A.A., Oguchi, C.T., Rabea, R.A. and El-Sayed, S.S.M.: Geologicaland geotechnical parameters controlling wall paints detachment at selected XXVI dynasty tombs, Bahariya Oasis, Egypt, *Restoration of Buildings and Monuments*, vol. 19, 11–30, **2013**.

科学分析支援センター

Ido Y, Fujihara T, Nagasawa A. Di-μ-acetato-κ4 O:O’-μ-oxido-κ2 O:O'-bis[cis-(2,2'-bipyridine-κ2 N,N')-trans-(pyridine-κN)ruthenium(III)] bis(hexafluoridophosphate). *Acta Crystallographica, Section E: Structure Reports Online. International Union of Crystallography*; **2013**;69(3):m145–m146.

Ido Y, Sakaguchi K, Tasei M, Minami S, Sawamoto H, Fujihara T, et al. A Kinetic Study on the Substitution for Acetonitrile at the trans-to-μ-Oxido Sites in a Bis(μ-acetato)(μ-oxido)diruthenium(III) Dipositive Complex: Dissociative-Associative Transition of the Activation Mode for the Substitution of Pyridine Derivatives. *European Journal of Inorganic Chemistry. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*; **2013**;2013(21):3641–50.

Ishimaru Y, Kobayashi Y, Fujihara T. Preparation of Nickel(II) 5,10,15,20-tetraphenyl[1,2-c]pyrrolo-21- ethylcarboxyl-22-dipyrrylmethylporphyrin. *X-Ray Structure Analysis Online. Japan Society for Analytical Chemistry*; **2013**;29(9):37–38, 2 pp.

Ishimaru Y, Yokomizo K, Fujihara T. crystal structure of nickel(II) 5,10,15,20-tetraphenyl[1,2-c](4',5'- dimethyl)imidazolylpyrrolo-21-ethylcarboxylporphyrin. *X-Ray Structure Analysis Online. Japan Society for Analytical Chemistry*; **2013**;29(10):39–40, 2 pp.

Kato M, Unoura K, Takayanagi T, Ikeda Y, Fujihara T, Nagasawa A. Preferential Behavior on Donating Atoms of an Ambidentate Ligand 2-Methylisothiazol-3(2H)-one in Its Metal Complexes. *Inorganic Chemistry. American Chemical Society*; **2013**;52(23):13375–83.

Matsuura M, Fujihara T, Kakeya M, Sugaya T, Nagasawa A. Dinuclear niobium(III) and tantalum(III) complexes with thioether and selenoether ligands [{MIIIX2(L)}2(μ-X)2(μ-L)] (M = Nb, Ta; X = Cl, Br; L = R2S, R2Se): Syntheses, structures, and the optimal conditions and the mechanism of the catalysis for regiosele. *Journal of Organometallic Chemistry. Elsevier B.V.*; **2013**;745-746:288–98.

Matsuura M, Fujihara T, Nagasawa A. cis-Dichloridobis(ethyl methyl sulfide-κS)oxidovanadium(IV). *Acta Crystallographica, Section E: Structure Reports Online. International Union of Crystallography*; **2013**;69(4):m209.

Sugaya T, Ohba T, Sai F, Mashima S, Fujihara T, Unoura K, et al. Syntheses and Properties of Dinuclear Group 6 Metal Complexes with the Zwitterionic Sulfur Donor Ligand Bis(N,N-diethylamino)carbeniumdithiocarboxylate. *Organometallics. American Chemical Society*; **2013**;32(12):3441–50.

Hatakeyama S. Mutagen response and repair. *Neurospora. Caister Academic Press*; **2013**. p. 129–53.

Ma L, Kazama Y, Inoue H, Abe T, Hatakeyama S, Tanaka S. The type of mutations induced by carbon-ion-beam irradiation of the filamentous fungus Neurospora crassa. *Fungal Biology. Elsevier Ltd.*; **2013**;117(4):227–38.

Kurashima K, Chae M, Inoue H, Hatakeyama S and Tanaka S. Ultraviolet sensitive-5 is deficient for a mitofusin homologue, fzo1, which is involved in the maintenance of long lifespan in Neurospora crassa. *Eukaryotic Cell*. **2013**, 12(2):233–143.

《センターより》

平成 25 年度科学分析支援センター活動報告書

◆ セミナー等実施実績

セミナー名	詳細	日時	参加者数	
			小計	総計
利用ガイダンス		4/16	202	332
		4/25	99	
		7/31	13	
		10/17	18	
実験廃液搬出方法および 薬品管理システム使用方法の説明会		4/17	136	193
		4/22	57	
動物実験教育訓練		4/24		56
放射線教育訓練	講演	5/8	70	190
		5/17	63	
	講話	5/15	33	
		5/24	24	
タンパク質検出における 近赤外蛍光観察のメリット		7/24		12
ライフテクノロジーズセミナー	次世代シーケンサ 蛍光イメージング	9/25		19
埼玉大学実験動物慰霊式		10/22		132
遺伝子組換え実験教育訓練		11/6		133
定例セミナー X 線液晶構造解析の基礎と 我々の最近の研究		11/29		45

◆ 全国会議等出席実績

会議名	日時	場所	参加者
ミクロ電子天秤技術研修会	4/26	理化学研究所	加藤美佐 佐藤亜矢子
国立大学法人動物実験 施設連絡協議会総会	5/30-6/1	アクトシティ浜松 コングレスセンター	畠山　晋
遺伝子組み換え実験 安全研修会	6/13	日本医科歯科大学	畠山　晋
大学等環境安全協議会 総会･研修会	7/17-7/19	（総会･研修会） 鹿児島大学稲森会館	道村真司 三田和義
富山大学 技術職員研修	8/21-8/23	富山大学 五福キャンパス	徳永　誠
機器分析･技術研究会	9/11-9/14	鳥取大学 鳥取キャンパス	徳永　誠
全国大学等遺伝子研究 支援施設連絡協議会総会	11/8	グランディエール ブケトーカイ	畠山　晋
放射線安全取扱部会 年次大会	11/13-11/15	鹿児島市民文化ホール	新美智久
大学等安全協議会 技術分科会	11/14-11/15	金沢都ホテル	三田和義
国立大学法人 機器･分析センター協議会	11/15	ルミエール府中	藤原隆司 徳永　誠
元素分析技術研究会	11/29	東京大学	加藤美佐 佐藤亜矢子
動物実験に関する 相互検証プログラム 公開評価会	1/11	日本医科歯科大学	畠山　晋
茨城大学工学部 技術研修報告会	2/28-3/1	茨城大学 日立キャンパス	徳永　誠
化学物質管理システム 公開セミナー	3/5	東京工業大学	徳永　誠
元素分析技術研究会 世話人引き継ぎ会	3/7	東京大学	加藤美佐 佐藤亜矢子
アシロマ国際会議	3/6-3/10	アシロマ国際会議場 米国･カリフォルニア州 パシフィックグローブ	畠山　晋

◆ 内部会議等実施実績

センター会議		
第 1 回 6 月 5 日	報告事項	基盤的教育研究設備等整備計画案の提出
		ガイダンス等実施状況
		その他
	協議事項	平成24年度決算報告
		教育研究設備整備年次計画表(マスタープラン)の改訂
		科学分析支援センター料金体系の見直し
		その他
第 2 回 12 月 19 日	協議事項 メール審議	測定機器部品交換および点検 (質量分析装置 NanoFrontier 総合整備)
第 3 回 3 月 20 日	報告事項	機器修理等
		設備整備計画等
		依頼分析の受け入れ
		センター予算執行状況等
		センター見学等
		その他
	協議事項	外部依頼分析料金の改訂
		元素分析料金の改訂
		共同研究の受け入れ
		兼業の承認
		その他

専門委員会	
第 1 回 4 月 22 日	表面複合分析専門委員会
第 1 回 7 月 9 日	X 線分析専門委員会
第 1 回 10 月 28 日	元素・質量分析専門委員会
第 1 回 3 月 6 日	NMR 専門委員会

放射線障害防止委員会		
第 1 回 7 月 12 日	協議事項 メール審議	平成 25 年上期核燃料物質管理報告書について
2 回 1 月 15 日	報告事項	平成 25 年度放射線教育訓練実施報告について 平成 25 年度特別健康診断実施報告について
		平成 25 年上期核燃料物質管理報告書について
	協議事項	委員長の選出について
		平成 25 年下期核燃料物質管理報告書について
		放射線取扱主任者について
		表示付認証機器の自主点検について
		原発事故による立入禁止区域への立入について
		その他
第 3 回 3 月 18 日	協議事項 メール審議	平成 26 年度放射線教育訓練実施計画(案)について 平成 26 年度特別健康診断実施計画(案)について

◆ 見学者来訪実績

見学者	日時	人数
受験希望者(入試課)	7/31	50
オープンキャンパス	8/28	56
埼玉県立高校	9/3	37
サイエンスハイスクール	9/28	3
応用化学科 学生	10/9	20
文科省・施設課	11/15	10
科学者の芽育成プログラム 親子で科学・土曜ジュニアセミナー・先端施設見学 および Saitama CST	12/7	54
理学部基礎セミナー 聴講生	12/19	9
埼玉県立高校	1/6	8
HiSEP 招聘外国人研究者	1/15	1

◆ 2013 年度活動日誌

4 月

16 日　利用ガイダンス
17 日　廃液処理および薬品管理システム使用方法の説明会
22 日　廃液処理および薬品管理システム使用方法の説明会
24 日　動物実験ガイダンス
25 日　利用ガイダンス
26 日　ミクロ電子天秤技術研修会出席

利用ガイダンス

5 月

8 日　放射線教育訓練　講演
15 日　放射線教育訓練　講話
17 日　放射線教育訓練　講演
24 日　放射線教育訓練　講話
30-1 日　国立大学法人動物実験施設連絡協議会総会出席

6 月

13 日　遺伝子組み換え実験安全研修会出席

7 月

17-19 日　大学等環境安全協議会総会・研修会出席
24 日　タンパク質検出における近赤外蛍光観察のメリットセミナー
31 日　利用ガイダンス
31 日　センター見学　埼玉大学受験希望者

8 月

21-23 日　富山大学技術職員研修出席
28 日　センター見学　オープンキャンパス

9 月

3 日　センター見学　埼玉県立高校
11-14 日　機器分析・技術研究会出席
25 日　ライフテクノロジーズセミナー
28 日　センター見学　サイエンスハイスクール

タンパク質検出における
近赤外蛍光観察のメリットセミナー

10 月

9 日　センター見学　応用化学科学生
17 日　利用ガイダンス

11 月

6 日　遺伝子組換え実験教育訓練
8 日　全国大学等遺伝子研究支援施設連絡協議会総会出席
13-15 日　放射線安全取扱部会年次大会出席
14-15 日　大学等安全協議会技術分科会出席
15 日　文科省・施設課　センター視察
15 日　国立大学法人機器・分析センター協議会出席
25 日　センター見学
29 日　定例セミナー
29 日　元素分析技術研究会出席

定例セミナー

12 月

7 日　センター見学　科学者の芽育成プログラム・Saitama CST
19 日　センター見学　理学部基礎セミナー聴講生

1 月

6 日　センター見学　埼玉県立高校
11 日　動物実験に関する相互検証プログラム公開評価会出席
15 日　センター見学　HiSEP 招聘外国人研究者

2 月

28-1 日　茨城大学工学部技術研修報告会出席

3 月

5 日　化学物質管理システム公開セミナー出席
7 日　元素分析技術研究会世話人引き継ぎ会出席
6-10 日　アシロマ国際会議出席

センター見学

◆ 装置講習会

機器名	所属	指導者	受講区分		総計
			学生	教職員	
核磁気共鳴装置(AV300)	各研究室教職員		43		64
	センター	藤原　隆司	10	1	
		安武　幹雄	10		
高感度核磁気共鳴装置(AV400)	センター	藤原　隆司	9	2	11
核磁気共鳴装置(AV500)	各研究室教職員		41		61
	センター	安武　幹雄	10		
		藤原　隆司	10		
核磁気共鳴装置(AV500T)	各研究室教職員		7		18
	センター	藤原　隆司	6	2	
		安武　幹雄	3		
電子常磁性共鳴装置	センター	藤原　隆司	1	1	2
Pulse 電子常磁性共鳴装置(Laser)	センター	安武　幹雄		1	1
飛行時間型質量分析装置	機能	小山　哲夫	1		13
	センター	藤原　隆司	3		
		安武　幹雄	6		
		新美　智久	3		
高分解能磁場型質量分析装置	応化	杉山　孝雄		1	1
ナノフローLC 質量分析装置	センター	藤原　隆司	7		8
		安武　幹雄	1		
複合表面分析装置	その他			5	5
複合熱分析装置	センター	安武　幹雄	8		15
		徳永　誠	7		
走査型プローブ顕微鏡	機能	後閑　伸彦	2		2
高分解能走査型電子顕微鏡	分生	田中　協子	3		6
	センター	徳永　誠	3		
走査型電子顕微鏡	分生	田中　協子	5		34
	応化	大嶋　正明		1	
	機能	柿崎　浩一	6		
	センター	道村　真司	7		
		徳永　誠	14	1	
透過型電子顕微鏡(200kV)	センター	徳永　誠		1	1
共焦点レーザー顕微鏡	基礎化	吉川　洋史	3		12
	センター	畠山　晋	7	2	
誘導結合プラズマ発光分析装置	センター	藤原　隆司	1		15
		三田　和義	12	2	

粉末 X 線回折装置(水平型)	応化	黒川　秀樹	2		59
		柳瀬　郁夫	12	1	
	機能	柿崎　浩一	5		
		本多　善太郎	5		
		神島　謙二	9	1	
		藤森　厚裕	5		
	環境	関口　和彦	1		
	センター	安武　幹雄	2	1	
		徳永　誠	14	1	
卓上型粉末 X 線回折装置(水平型)	センター	安武　幹雄		3	3
蛍光 X 線分析装置	センター	徳永　誠	2		2
CCD 型単結晶構造解析装置	基礎化	中田　憲男	1		3
	センター	藤原　隆司		1	
		安武　幹雄		1	
高輝度 CCD 型単結晶構造解析装置	センター	藤原　隆司		1	1
赤外分光光度計	各研究室教職員		3		20
	センター	藤原　隆司	12	1	
		安武　幹雄	4		
オスミウムコーター	センター	徳永　誠		1	1
総計			326	32	358

H26. 3 月末日現在

《センターより》

平成25年度測定依頼分析実績

設　備　名	学内	学外
四重極 GC 質量分析装置　AutoMS	15	
飛行時間型質量分析装置　AutoflexIII	1	
高輝度 CCD 型単結晶構造解析装置　SMART APEXⅡ Ultra	10	1
高分解能走査型電子顕微鏡　HITACHI S-4100	2	
超高分解能走査型電子顕微鏡　HITACHI S-4800	1	4
超高分解能走査型電子顕微鏡　HITACHI S-4800　＋　XFlash5030	4	
低温低真空走査型電子顕微鏡　S-3400N　＋　ALTO1000	3	
低温低真空走査型電子顕微鏡　S-3400N　＋　XFlash5010	26	2
透過型電子顕微鏡（120kV）　H-7500	2	
透過型電子顕微鏡（200kV）Tecnai G2	5	
複合表面分析装置　AXIS-NOVA	27	
複合熱分析装置　DSC, TG/DTA-FTIR, TMA	5	
合　計	101	7

平成25年度元素依頼分析実績

CHNO のみの含有化合物　50 件
CHNO 以外の元素含有化合物　289 件

	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	総計
CHNO のみの含有化合物	1	7	6	3	4	0	14	2	0	4	9	0	50
CHNO 以外の元素含有化合物	43	25	21	22	31	7	14	22	18	34	33	19	289

（平成 25 年 3 月～平成 26 年 2 月）

《センターより》

埼玉大学総合研究機構科学分析支援センター会議委員名簿

平成 26 年 4 月 1 日現在

氏　名	所属部局等	所属コース等	任　期
小林　秀彦	科学分析支援センター長	応用化学科 4572	平成 28 年 3 月 31 日
藤原　隆司	科学分析支援センター 准教授	基礎化学科 4304	
是枝　晋	科学分析支援センター 講師	分子生物学科 4313	
畠山　晋	科学分析支援センター 講師	生体制御学科 4346	
安武　幹雄	科学分析支援センター 講師	科学分析支援センター 5101	
道村　真司	科学分析支援センター 助教	物理学科 4251	
松岡　圭介	教育学部 准教授	理科教育講座 3796	平成 28 年 3 月 31 日
片野　進	理工学研究科 教授	物理学科 4255	平成 28 年 3 月 31 日
齋藤　英樹	理工学研究科 講師	基礎化学科 4293	平成 28 年 3 月 31 日
高橋　康弘	理工学研究科 教授	分子生物学科 4314	平成 28 年 3 月 31 日
川村　哲規	理工学研究科 講師	生体制御学科 4361	平成 28 年 3 月 31 日
八木　修平	理工学研究科 助教	電気電子システム工学科 4496	平成 28 年 3 月 31 日
齋藤　伸吾	理工学研究科 准教授	応用化学科 4594	平成 28 年 3 月 31 日
柿崎　浩一	理工学研究科 准教授	機能材料工学科 5604	平成 28 年 3 月 31 日
大澤　清一	オープンイノベーションセンター 教授	オープンイノベーションセンター 5198	平成 28 年 3 月 31 日

《センターより》

平成25年度機器等利用実績まとめ

装置名	使用件数	使用時間	稼働日数
核磁気共鳴装置　AVANCE300	5368	1716:45	263
核磁気共鳴装置　AVANCE400	2308	1541:00	256
核磁気共鳴装置　AVANCE500	4428	1812:00	236
核磁気共鳴装置　AVANCE500T	2645	1460:30	257
電子常磁性共鳴装置　EMX6/1	38	70:20	33
Pulse 電子常磁性共鳴装置(Laser)　ELEXSYS580	28	163:45	26
四重極 GC 質量分析装置　AutoMS	74	459:40	69
飛行時間型質量分析装置　AutoflexIII	469	328:35	192
高分解能磁場型質量分析装置　JMS700AM	213	554:05	150
液体クロマトグラフ質量分析装置　Mariner	15	26:30	15
ナノフローLC 質量分析装置　Nanofrontier eLD	75	242:40	64
複合表面分析装置　AXIS-NOVA	100	808:30	91
複合熱分析装置　DSC, TG/DTA-FTIR, TMA	180	970:25	144
走査型プローブ顕微鏡　NanoScopeIII	83	229:55	72
高分解能走査型電子顕微鏡　S-4100	309	791:45	167
走査型電子顕微鏡　S-2400	316	817:55	171
低温低真空走査型電子顕微鏡　S-3400N	55	658:45	54
超高分解能走査型電子顕微鏡　S-4800	101	223:55	80
透過型電子顕微鏡（120kV）H-7500	50	99:30	50
透過型電子顕微鏡（200kV）Tecnai G2	29	188:55	28
共焦点レーザー顕微鏡　FV1000-D	258	536:45	151
誘導結合プラズマ発光分析装置　OPTIMA 5300DV	179	583:30	127
卓上型粉末 X 線回折装置(水平型)　D2 PHASER	26	59:00	23
粉末X線回折装置(水平型)　UltimaIII	1440	1885:15	233
蛍光X線分析装置　PW2400	33	76:40	28
高出力粉末X線回折装置(縦型)　MXP18VA	19	201:30	16
多機能粉末X線回折装置　D8 ADVANCE	3	9:00	3
CCD 型単結晶構造解析装置　SMART APEX	135	1226:35	114
高輝度 CCD 型単結晶構造解析装置　SMART APEX II	178	2500:45	145
赤外分光光度計　SYSTEM 2000	158	207:20	109
顕微フーリエ変換赤外分光光度計　Hyperion	3	14:30	3
超音波顕微鏡　HSAM220	117	342:05	79
微小材料試験機　Tytron250	24	159:15	21

平成 25 年度機器等利用実績

核磁気共鳴装置 AVANCE300 使用実績 （稼働日数 263 日・使用時間 1716 時間）

3F 核磁気共鳴室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	117	136	106	88	54	74	113	143	82	76	38	26	1053
		使用時間	36:00	47:05	39:30	27:50	16:30	19:15	31:55	40:45	22:40	21:45	10:55	8:10	322:20
工学部	応用化学	使用回数	187	317	360	338	237	381	460	421	366	325	149	183	3724
		使用時間	57:50	106:20	115:50	103:35	71:25	110:55	134:00	117:50	104:45	93:40	52:25	56:20	1124:55
	機能材料	使用回数	11	32	17	23	14	25	33	33	22	32	22	10	274
		使用時間	2:40	11:10	4:50	6:55	4:05	8:50	11:50	10:45	7:05	10:50	7:05	2:30	88:35
科学分析支援センター		使用回数	14	20	54	28	12	8	30	33	29	46	25	18	317
		使用時間	16:10	19:20	13:25	20:00	6:05	2:25	13:35	66:20	6:10	9:10	4:55	3:20	180:55
合計	使用回数		329	505	537	477	317	488	636	630	499	479	234	237	5368
	使用時間		112:40	183:55	173:35	158:20	98:05	141:25	191:20	235:40	140:40	135:25	75:20	70:20	1716:45
稼働日数			21	22	24	26	17	23	25	24	20	19	20	22	263
使用人数			61	88	76	74	56	77	78	87	77	66	48	49	120

核磁気共鳴装置 AVANCE400 使用実績 （稼働日数 256 日・使用時間 1541 時間）

3F 核磁気共鳴室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	83	167	211	168	105	194	259	224	151	128	88	82	1860
		使用時間	39:45	70:05	103:45	87:55	66:15	71:00	133:00	143:45	83:00	76:40	68:30	58:15	1001:55
工学部	応用化学	使用回数	6	11	6	8	6	5	6	9	19	16	5	24	121
		使用時間	2:00	4:55	5:25	4:05	2:45	1:35	2:40	6:35	8:25	10:05	3:30	15:15	67:15
	機能材料	使用回数	11	8	10	25	16	14	23	21	9	9	14	14	174
		使用時間	16:55	3:50	18:45	26:00	9:30	6:10	18:20	23:35	3:35	4:35	8:05	6:25	145:45
科学分析支援センター		使用回数	17	18	15	18	8	7	11	15	5	14	14	11	153
		使用時間	6:35	50:45	19:45	33:05	2:45	14:35	5:05	32:20	15:25	102:05	33:15	10:25	326:05
合計	使用回数		117	204	242	219	135	220	299	269	184	167	121	131	2308
	使用時間		65:15	129:35	147:40	151:05	81:15	93:20	159:05	206:15	110:25	193:25	113:20	90:20	1541:00
稼働日数			20	22	23	24	17	21	23	19	18	24	23	22	256
使用人数			20	23	25	25	21	21	24	28	25	17	18	18	32

核磁気共鳴装置 AVANCE500 使用実績 （稼働日数 236 日・使用時間 1812 時間）

3F 核磁気共鳴室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	251	234	254	212	142	196	303	319	222	174	121	81	2509
		使用時間	85:05	104:45	98:30	81:05	50:25	71:25	121:45	124:30	99:05	78:40	42:15	34:35	992:05
工学部	応用化学	使用回数	28	41	39	72	40	59	63	54	36	51	53	81	617
		使用時間	6:20	15:35	13:15	28:40	11:20	19:35	20:40	18:10	10:45	17:05	17:20	27:05	205:50
	機能材料	使用回数	47	76	73	89	39	76	113	103	80	113	83	60	952
		使用時間	21:30	31:20	31:15	32:55	16:00	36:25	47:20	43:25	33:35	50:25	36:40	26:45	407:35
科学分析支援センター		使用回数	9	29	41	16	15	23	45	27	37	58	34	16	350
		使用時間	8:15	34:15	43:55	4:55	8:20	12:05	13:20	23:35	24:45	18:00	10:55	4:10	206:30
合計	使用回数		335	380	407	389	236	354	524	503	375	396	291	238	4428
	使用時間		121:10	185:55	186:55	147:35	86:05	139:30	203:05	209:40	168:10	164:10	107:10	92:35	1812:00
稼働日数			20	20	20	23	16	18	23	20	18	19	19	20	236
使用人数			56	81	76	68	57	66	76	76	71	73	64	66	127

核磁気共鳴装置 AVANCE500T 使用実績 （稼働日数 257 日・使用時間 1460 時間）

3F 核磁気共鳴室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	79	173	159	150	70	123	200	180	147	138	75	52	1546
		使用時間	42:10	98:00	58:25	59:30	26:45	38:40	75:10	106:55	60:30	43:20	55:10	93:15	757:50
工学部	応用化学	使用回数	40	64	67	71	40	54	70	86	106	101	79	47	825
		使用時間	10:50	20:40	19:45	22:00	9:30	15:55	20:25	27:35	40:10	41:25	40:30	22:55	291:40
	機能材料	使用回数	2	5	7	11	7	10	27	27	22	11	2	7	138
		使用時間	12:55	14:00	2:15	4:25	1:35	5:45	11:35	11:15	9:45	5:35	0:30	2:25	82:00
科学分析支援センター		使用回数	4	8	17	8	10	7	7	20	7	20	14	14	136
		使用時間	147:00	19:45	7:25	20:30	7:20	5:30	15:50	15:15	5:40	32:05	44:20	8:20	329:00
合計	使用回数		125	250	250	240	127	194	304	313	282	270	170	120	2645
	使用時間		212:55	152:25	87:50	106:25	45:10	65:50	123:00	161:00	116:05	122:25	140:30	126:55	1460:30
稼働日数			19	21	23	24	16	22	25	23	19	21	21	23	257
使用人数			17	26	23	24	21	24	27	32	31	34	28	24	40

電子常磁性共鳴装置 EMX6/1 使用実績 （稼働日数 33 日・使用時間 70 時間）

4階 X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	3		3	1	2			1	2	4	9		25
		使用時間	1:30		1:30	0:30	1:00			2:00	0:50	2:30	22:00		31:50
工学部	機能材料	使用回数			1										1
		使用時間			1:00										1:00
科学分析支援センター		使用回数			1				3	2		2	1	3	12
		使用時間			3:00				11:00	8:00		5:30	3:00	7:00	37:30
合計	使用回数		3		5	1	2		3	3	2	6	10	3	38
	使用時間		1:30		5:30	0:30	1:00		11:00	10:00	0:50	8:00	25:00	7:00	70:20
稼働日数			3		4	1	2		3	3	1	5	8	3	33
使用人数			1		4	1	1		2	2	1	2	3	1	7

Pulse 電子常磁性共鳴装置（Laser） ELEXSYS580 使用実績　（稼働日数 26 日・使用時間 163 時間）

4階 X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数										8	2		10
		使用時間										47:00	6:00		53:00
工学部	応用化学	使用回数							2	2	2				6
		使用時間							12:00	14:00	12:15				38:15
科学分析支援センター		使用回数	1	2	7				1		1				12
		使用時間	4:00	13:00	43:30				6:00		6:00				72:30
合計	使用回数		1	2	7				3	2	3	8	2		28
	使用時間		4:00	13:00	43:30				18:00	14:00	18:15	47:00	6:00		163:45
稼働日数			1	2	5				3	2	3	8	2		26
使用人数			1	1	1				2	1	2	1	1		3

四重極 GC 質量分析装置 AutoMS 使用実績　（稼働日数 69 日・使用時間 459 時間）

3F 質量分析室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
科学分析支援センター		使用回数	7	4	7	9	3	9	8	5	7	6	8	1	74
		使用時間	33:30	30:10	42:10	67:30	24:20	46:00	47:30	32:00	41:00	36:30	48:00	11:00	459:40
合計	使用回数		7	4	7	9	3	9	8	5	7	6	8	1	74
	使用時間		33:30	30:10	42:10	67:30	24:20	46:00	47:30	32:00	41:00	36:30	48:00	11:00	459:40
稼働日数			6	4	6	9	3	8	7	5	7	6	7	1	69
使用人数			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

飛行時間型質量分析装置 AutoflexIII 使用実績　（稼働日数 192 日・使用時間 328 時間）

3F 質量分析室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	2	3			2	2	1	6	2			4	22
		使用時間	0:35	1:15			1:40	0:45	0:15	5:45	2:00			7:50	20:05
	分子生物	使用回数			2	2	2	2			2	1	1	2	14
		使用時間			3:30	2:10	3:50	3:00			4:00	1:35	0:30	2:30	21:05
工学部	応用化学	使用回数	2	4	8	18	3	4	9	25	15	25	15	7	135
		使用時間	1:10	1:35	5:40	10:05	1:10	5:00	6:40	17:30	9:20	17:10	7:45	3:40	86:45
	機能材料	使用回数	11	18	24	22	6	6	14	34	27	32	20	14	228
		使用時間	7:00	8:30	11:55	10:05	2:10	2:05	7:35	23:20	10:00	13:00	7:35	7:15	110:30
科学分析支援センター		使用回数		10	9	9	3	2	3	7	11	12	3	1	70
		使用時間		15:00	13:00	15:00	4:00	3:25	4:20	9:35	8:55	12:25	4:00	0:30	90:10
合計	使用回数		15	35	43	51	16	16	27	72	57	70	39	28	469
	使用時間		8:45	26:20	34:05	37:20	12:50	14:15	18:50	56:10	34:15	44:10	19:50	21:45	328:35
稼働日数			12	16	18	20	12	13	16	21	14	20	15	15	192
使用人数			5	9	11	10	9	8	9	14	11	8	8	10	29

高分解能磁場型質量分析装置 JMS-700AM 使用実績　（稼働日数 150 日・使用時間 554 時間）

3F 質量分析室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	1				1	1	1						4
		使用時間	1:00				1:00	1:00	0:50						3:50
工学部	応用化学	使用回数	4	8	11	7	6	7	13	4	11	8	7	12	98
		使用時間	14:30	19:50	19:30	24:35	8:40	16:55	36:05	15:15	35:05	25:05	19:40	27:25	262:35
	機能材料	使用回数	3	9	12	11	5	3	9	11	6	10	8	10	97
		使用時間	4:30	11:15	18:50	16:45	11:00	5:00	9:30	14:40	11:45	10:10	7:55	8:40	130:00
科学分析支援センター		使用回数	1	1		3	1			3	3			2	14
		使用時間	4:00	2:00		9:35	0:05			1:40	138:00			2:20	157:40
合計	使用回数		9	18	23	21	13	11	23	18	20	18	15	24	213
	使用時間		24:00	33:05	38:20	50:55	20:45	22:55	46:25	31:35	184:50	35:15	27:35	38:25	554:05
稼働日数			6	13	15	15	10	10	16	14	13	13	10	15	150
使用人数			5	4	3	6	5	4	4	4	6	3	4	5	8

液体クロマトグラフ質量分析装置 Mariner 使用実績　（稼働日数 15 日・使用時間 26 時間）

3F 質量分析室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	応用化学	使用回数			2	2						1	1	3	9
		使用時間			1:55	2:00						0:40	0:10	2:15	7:00
科学分析支援センター		使用回数		2	1	1	1			1					6
		使用時間		2:30	6:00	4:00	4:00			3:00					19:30
合計	使用回数			2	3	3	1			1		1	1	3	15
	使用時間			2:30	7:55	6:00	4:00			3:00		0:40	0:10	2:15	26:30
稼働日数				2	3	3	1			1		1	1	3	15
使用人数				2	2	2	1			1		1	1	1	4

ナノフローLC 質量分析装置 LC/ESI-TOF/MS (Nano eLD) 使用実績　（稼働日数 64 日・使用時間 242 時間）

4F 質量分析室(2)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	2	1	4	1		2	6	1	3	8	1		29
		使用時間	3:15	2:00	7:45	2:30		11:10	13:20	6:00	12:30	37:00	3:00		98:30
工学部	応用化学	使用回数	1	6	2	5	2	1	1	1	4		6		29
		使用時間	1:00	10:05	2:50	18:20	1:45	1:35	1:50	3:00	5:25		8:55		54:45
科学分析支援センター		使用回数		2		2	2	4	1	1	2	1	2		17
		使用時間		3:40		12:00	14:00	31:10	4:00	4:00	2:00	3:30	15:05		89:25
合計	使用回数		3	9	6	8	4	7	8	3	9	9	9		75
	使用時間		4:15	15:45	10:35	32:50	15:45	43:55	19:10	13:00	19:55	40:30	27:00		242:40
稼働日数			2	8	4	8	3	7	7	3	7	8	7		64
使用人数			3	5	4	7	3	5	5	3	4	5	6		14

複合表面分析装置 AXIS-NOVA 使用実績

（稼働日数 91 日・使用時間 808 時間）

4階 X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数		2	4	1				4	6	6	1	1	25
		使用時間		16:00	16:00	8:00				36:00	62:00	54:00	20:00	8:00	220:00
工学部	応用化学	使用回数		2	2							2	1		7
		使用時間		14:00	8:00							17:00	9:00		48:00
	機能材料	使用回数		5	9	9	6	1	8	4	2	9	2	4	59
		使用時間		35:00	58:00	52:00	35:00	32:00	48:00	32:00	10:00	84:30	19:00	28:00	433:30
科学分析支援センター		使用回数			2		1		3	2			1		9
		使用時間			11:00		4:00		26:00	56:00			10:00		107:00
合計	使用回数			9	17	10	7	1	11	10	8	17	5	5	100
	使用時間			65:00	93:00	60:00	39:00	32:00	74:00	124:00	72:00	155:30	58:00	36:00	808:30
稼働日数				9	14	10	5	1	10	9	8	16	4	5	91
使用人数				3	4	2	2	1	3	4	2	3	4	2	5

熱分析装置 DSC, TG/DTA-FTIR, TMA 使用実績

（稼働日数 144 日・使用時間 970 時間）

4階 材料解析室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数		7					3	5	4	10	4		33
		使用時間		35:05					15:30	27:40	21:45	35:05	25:30		160:35
工学部	応用化学	使用回数			7	3	2	8		3	1	5	3	1	33
		使用時間			37:30	16:00	22:00	54:00		4:00	8:00	18:00	14:30	1:30	175:30
	機能材料	使用回数	2	1	10	13	8	3	9	8	4	4	4	8	74
		使用時間	9:00	10:00	64:10	71:25	43:30	9:00	46:20	41:00	22:00	32:35	21:15	46:30	416:45
科学分析支援センター		使用回数		1	3	5	2	6	4	5	2	4	3	5	40
		使用時間		6:00	11:40	42:45	3:20	27:30	20:05	23:30	12:00	14:20	25:55	30:30	217:35
合計	使用回数		2	9	20	21	12	17	16	21	11	23	14	14	180
	使用時間		9:00	51:05	113:20	130:10	68:50	90:30	81:55	96:10	63:45	100:00	87:10	78:30	970:25
稼働日数			2	7	15	19	11	13	15	15	10	13	12	12	144
使用人数			2	3	7	10	6	5	7	8	4	9	7	7	23

走査型プローブ顕微鏡 NanoScopeIII 使用実績

（稼働日数 72 日・使用時間 229 時間）

4階 材料解析室(1)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	電気電子	使用回数	2	1	4	9	11	9	15	6	1	14	5	1	78
		使用時間	3:00	3:00	9:00	28:00	35:55	21:30	42:45	22:30	1:45	18:00	7:30	2:00	194:55
	機能材料	使用回数		1			1						2		4
		使用時間		8:00			8:00						13:00		29:00
科学分析支援センター		使用回数								1					1
		使用時間								6:00					6:00
合計	使用回数		2	2	4	9	12	9	15	7	1	14	7	1	83
	使用時間		3:00	11:00	9:00	28:00	43:55	21:30	42:45	28:30	1:45	18:00	20:30	2:00	229:55
稼働日数			2	2	4	9	10	7	11	7	1	11	7	1	72
使用人数			1	2	1	3	4	3	4	3	1	4	4	1	7

高分解能走査型電子顕微鏡 S-4100 使用実績

（稼働日数 167 日・使用時間 791 時間）

3F 分析電子顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数		5	10	11	8		4	9	6	3	5		61
		使用時間		14:30	31:20	23:55	18:30		14:15	23:15	22:00	9:30	17:00		174:15
工学部	応用化学	使用回数	2	8	9	13	6	10	9	17	10	15	21	4	124
		使用時間	6:30	27:00	25:30	34:00	15:30	32:45	23:30	43:30	29:30	35:00	54:00	12:30	339:15
	機能材料	使用回数	2	5	9	12	10	3	11	9	4	11	3	2	81
		使用時間	9:00	11:00	17:35	23:00	19:40	4:50	24:50	20:10	9:45	22:25	6:30	4:30	173:15
	環境共生	使用回数	1	1	2	4	5	2	2	3	4	1		1	26
		使用時間	2:00	1:30	4:00	4:20	9:20	3:00	3:30	7:00	5:30	1:30		0:35	42:15
科学分析支援センター		使用回数			5	1	2	1	4		2	1	1		17
		使用時間			22:45	1:30	4:30	3:00	15:00		8:00	3:00	5:00		62:45
合計	使用回数		5	19	35	41	31	16	30	38	26	31	30	7	309
	使用時間		17:30	54:00	101:10	86:45	67:30	43:35	81:05	93:55	74:45	71:25	82:30	17:35	791:45
稼働日数			5	11	17	22	18	12	15	17	13	14	17	6	167
使用人数			3	9	12	13	13	8	17	15	11	13	11	5	24

走査型電子顕微鏡 S-2400 使用実績

（稼働日数 171 日・使用時間 817 時間）

3F 分析電子顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	物理	使用回数					10		4		1				15
		使用時間					11:00		13:00		2:30				26:30
	基礎化学	使用回数		10	3	1	2	2	7		1	4	2		32
		使用時間		17:15	7:30	1:40	5:00	5:30	17:55		2:00	10:40	5:00		72:30
工学部	電気電子	使用回数								1					1
		使用時間								2:00					2:00
	応用化学	使用回数			2	12	2	2	5	3	10	10	2		48
		使用時間			9:00	29:30	6:00	9:00	15:00	10:00	25:00	28:30	9:00		141:00
	機能材料	使用回数	2	13	27	21	15	10	23	18	19	15	2	1	166
		使用時間	5:00	27:30	52:00	48:15	36:40	23:15	53:15	48:25	45:05	32:15	4:30	6:00	382:10
	環境共生	使用回数	1		6	1		1	1		1	4			15
		使用時間	4:00		19:00	2:00		2:00	2:00		2:30	11:30			43:00
教育学部	理科教育	使用回数					1			1					2
		使用時間					4:15			5:00					9:15
科学分析支援センター		使用回数	5	6	9	2	2	4		5	2	1	1		37
		使用時間	23:00	20:45	35:00	5:45	3:00	18:00		22:00	8:00	4:00	2:00		141:30
合計	使用回数		8	29	47	37	32	19	40	28	34	34	7	1	316
	使用時間		32:00	65:30	122:30	87:10	65:55	57:45	101:10	87:25	85:05	86:55	20:30	6:00	817:55
稼働日数			6	18	20	21	13	14	22	17	17	17	5	1	171
使用人数			5	8	15	11	11	10	10	14	11	10	6	1	35

低温低真空走査型電子顕微鏡 S-3400N 使用実績

（稼働日数 54 日・使用時間 658 時間）

3F 分析電子顕微鏡室(2)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	分子生物	使用回数								1		3			4
		使用時間								7:00		24:00			31:00
工学部	応用化学	使用回数	2		1	1	1								5
		使用時間	9:00		4:00	4:00	3:00								20:00
	機能材料	使用回数			3	1									4
		使用時間			11:30	5:00									16:30
教育学部	理科教育	使用回数						6	4	10	3	3		1	27
		使用時間						42:00	24:00	48:00	9:00	9:30		5:00	137:30
科学分析支援センター		使用回数			1	4	1		1		2	2	2	2	15
		使用時間			4:00	22:00	4:00		5:30		151:00	108:00	6:15	153:00	453:45
合計	使用回数		2		5	6	2	6	5	11	5	8	2	3	55
	使用時間		9:00		19:30	31:00	7:00	42:00	29:30	55:00	160:00	141:30	6:15	158:00	658:45
稼働日数			2		5	6	2	6	5	11	5	7	2	3	54
使用人数			1		3	4	2	1	2	2	3	4	1	2	6

超高分解能走査型電子顕微鏡 S-4800 使用実績

（稼働日数 80 日・使用時間 223 時間）

1F 高分解能電子顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	電気電子	使用回数	1	3		5		2	4	3	3	6	2	3	32
		使用時間	2:00	3:30		8:30		5:00	6:00	3:45	3:45	8:30	3:30	3:20	47:50
	機能材料	使用回数	4	4	4	2	2	3	2	3	8	3	7		42
		使用時間	8:10	6:30	9:30	7:00	3:15	7:00	4:00	8:00	18:10	6:15	12:30		90:20
	環境共生	使用回数	1	3	2		1	1	2	1	1				12
		使用時間	2:00	5:30	4:00		2:00	1:00	3:00	0:45	0:40				18:55
科学分析支援センター		使用回数			1	3	2		5	2		2			15
		使用時間			3:00	13:00	12:00		13:35	12:15		13:00			66:50
合計	使用回数		6	10	7	10	5	6	13	9	12	11	9	3	101
	使用時間		12:10	15:30	16:30	28:30	17:15	13:00	26:35	24:45	22:35	27:45	16:00	3:20	223:55
稼働日数			5	8	6	8	5	5	9	7	8	10	7	2	80
使用人数			4	4	4	5	4	4	5	5	6	4	3	1	8

透過型分析電子顕微鏡（120kV） H-7500 使用実績

（稼働日数 50 日・使用時間 99 時間）

理学部2号館 生体電子顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	生体制御	使用回数	2	1	1	7	2	2	2	6	7	7	1	2	40
		使用時間	4:00	2:00	2:00	14:00	4:00	4:00	4:00	13:00	14:00	14:00	2:00	4:00	81:00
教育学部	理科教育	使用回数				1	2			3		2	1	1	10
		使用時間				0:30	3:00			5:00		5:00	2:00	3:00	18:30
合計	使用回数		2	1	1	8	4	2	2	9	7	9	2	3	50
	使用時間		4:00	2:00	2:00	14:30	7:00	4:00	4:00	18:00	14:00	19:00	4:00	7:00	99:30
稼働日数			2	1	1	8	4	2	2	9	7	9	2	3	50
使用人数			1	1	1	2	2	1	1	3	1	3	2	2	3

透過型電子顕微鏡（200kV） Technai G2 使用実績

（稼働日数 28 日・使用時間 188 時間）

1F 高分解能電子顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	機能材料	使用回数				2					1	1			4
		使用時間				5:40					3:15	3:00			11:55
教育学部	理科教育	使用回数			3		1								4
		使用時間			12:00		6:00								18:00
科学分析支援センター		使用回数				1	4			6	4	2	3	1	21
		使用時間				2:00	36:00			49:00	23:00	14:00	25:00	10:00	159:00
合計	使用回数				3	3	5			6	5	3	3	1	29
	使用時間				12:00	7:40	42:00			49:00	26:15	17:00	25:00	10:00	188:55
稼働日数					2	3	5			6	5	3	3	1	28
使用人数					1	2	3			2	2	2	1	1	4

共焦点レーザー顕微鏡 FV1000-D 使用実績

（稼働日数 151 日・使用時間 536 時間）

4F 共焦点レーザー顕微鏡室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数		2	3			1	2						8
		使用時間		9:30	6:40			1:00	2:15						19:25
	分子生物	使用回数			2	4	1	3		1	3	1	3	3	21
		使用時間			3:00	10:30	0:15	8:15		3:00	6:30	3:00	8:00	12:30	55:00
	生体制御	使用回数		1	6	5	12	14	14	30	4	9	5	5	105
		使用時間		0:20	10:00	10:10	14:10	26:30	26:10	51:30	8:40	18:10	10:10	16:00	191:50
工学部	機能材料	使用回数			7	8	8	4	16	13	13	17	8	2	96
		使用時間			16:00	17:30	20:15	10:30	32:45	19:30	27:50	43:30	18:10	4:30	210:30
	環境共生	使用回数											1		1
		使用時間											2:00		2:00
科学分析支援センター		使用回数	1	2		1	3		4	4	6	4	2		27
		使用時間	2:00	5:00		2:00	5:00		8:00	8:00	11:00	11:00	6:00		58:00
合計	使用回数		1	5	18	18	24	22	36	48	26	31	19	10	258
	使用時間		2:00	14:50	35:40	40:10	39:40	46:15	69:10	82:00	54:00	75:40	44:20	33:00	536:45
稼働日数			1	5	13	15	11	14	20	19	15	17	11	10	151
使用人数			1	3	6	5	7	5	4	6	6	5	7	4	17

誘導結合プラズマ発光分析装置 OPTIMA 5300DV 使用実績

（稼働日数 127 日・使用時間 583 時間）

4F 分光室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	機械	使用回数								1		3			4
		使用時間								4:30		13:00			17:30
	応用化学	使用回数	3		5	6	7	6	17	7	7	11	3	3	75
		使用時間	9:30		19:10	23:50	24:40	20:00	46:40	21:45	21:45	35:50	8:45	12:30	244:25
	機能材料	使用回数								2	3	2			7
		使用時間								7:00	11:00	4:00			22:00
	環境共生	使用回数		3	5			1	2	3	8	6	1		29
		使用時間		10:00	17:35			4:00	7:00	8:00	28:40	18:00	3:10		96:25
教育学部	理科教育	使用回数											2	2	4
		使用時間											8:00	8:00	16:00
科学分析支援センター		使用回数	1	4	7	9	4	4	5	6	9	4	4	3	60
		使用時間	4:00	12:30	22:40	32:05	13:20	11:30	11:20	19:25	32:05	11:20	9:55	7:00	187:10
合計	使用回数		4	7	17	15	11	11	24	19	27	26	10	8	179
	使用時間		13:30	22:30	59:25	55:55	38:00	35:30	65:00	60:40	93:30	82:10	29:50	27:30	583:30
稼働日数			3	5	13	12	10	8	15	12	16	17	8	8	127
使用人数			2	2	9	6	3	5	11	12	10	8	6	5	19

卓上型粉末 X 線回折装置（水平型）D2 PHASER 使用実績

（稼働日数 23 日・使用時間 59 時間）

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数										2			2
		使用時間										4:55			4:55
工学部	応用化学	使用回数										10	2		12
		使用時間										19:30	2:30		22:00
科学分析支援センター		使用回数	1				2	1	3	3				2	12
		使用時間	2:30				4:45	2:00	8:00	9:00				5:50	32:05
合計	使用回数		1				2	1	3	3		12	2	2	26
	使用時間		2:30				4:45	2:00	8:00	9:00		24:25	2:30	5:50	59:00
稼働日数			1				2	1	3	3		9	2	2	23
使用人数			1				2	1	2	1		2	1	1	5

粉末 X 線回折装置（水平型）UltimaIII 使用実績

（稼働日数 233 日・使用時間 1885 時間）

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数			1	1	4	2	1		2	3	1	1	16
		使用時間			2:00	2:00	8:00	2:00	1:00		2:00	3:00	1:00	1:00	22:00
工学部	電気電子	使用回数	1	4	6	8	4	9	5	10	6	10	10	1	74
		使用時間	1:00	6:00	9:00	12:00	6:00	17:00	6:00	11:30	6:00	10:00	9:40	1:00	95:10
	応用化学	使用回数	6	19	8	9	4	8	10	4	10	54	51	11	194
		使用時間	5:50	19:10	11:00	9:00	4:30	9:50	11:00	4:00	10:45	54:30	49:00	12:45	201:20
	機能材料	使用回数	48	58	82	116	90	69	129	131	138	120	74	28	1083
		使用時間	70:00	76:15	99:40	162:40	105:40	88:50	158:30	136:10	135:30	119:15	72:55	35:20	1260:45
	環境共生	使用回数		1	8	3	5	3	6	2	1	5		1	35
		使用時間		1:00	10:00	6:00	9:00	5:00	10:00	3:00	1:00	5:00		1:30	51:30
地圏科学研究センター		使用回数		2	1						6	3		2	14
		使用時間		4:00	1:30						7:00	4:00		2:00	18:30
科学分析支援センター		使用回数	2	4	1	1		1	1	3	3	3	4	1	24
		使用時間	5:00	14:00	2:00	3:00		2:00	3:00	49:15	54:00	6:30	95:15	2:00	236:00
合計	使用回数		57	88	107	138	107	92	152	150	166	198	140	45	1440
	使用時間		81:50	120:25	135:10	194:40	133:10	124:40	189:30	203:55	216:15	202:15	227:50	55:35	1885:15
稼働日数			18	20	20	23	15	17	23	20	18	20	20	19	233
使用人数			22	34	40	41	36	41	49	49	51	57	44	21	106

蛍光 X 線分析装置 PW2400 使用実績

（稼働日数 28 日・使用時間 76 時間）

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	応用化学	使用回数			4			2	2			9		2	19
		使用時間			8:25			5:35	5:20			30:20		1:15	50:55
	機能材料	使用回数			1		2		1		1				5
		使用時間			4:00		2:45		1:00		1:30				9:15
	環境共生	使用回数			3						1		4		8
		使用時間			4:00						4:00		5:30		13:30
科学分析支援センター		使用回数								1					1
		使用時間								3:00					3:00
合計	使用回数				8		2	2	3	1	2	9	4	2	33
	使用時間				16:25		2:45	5:35	6:20	3:00	5:30	30:20	5:30	1:15	76:40
稼働日数					6		1	2	3	1	2	8	3	2	28
使用人数					4		1	1	2	1	2	4	1	2	7

高出力縦型粉末 X 線回折装置 MXP18VA 使用実績

（稼働日数 16 日・使用時間 201 時間）

4F X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	応用化学	使用回数		1	4	1	4								10
		使用時間		6:00	52:00	17:00	64:00								139:00
	機能材料	使用回数			4		5								9
		使用時間			18:00		44:30								62:30
合計	使用回数			1	8	1	9								19
	使用時間			6:00	70:00	17:00	108:30								201:30
稼働日数				1	8	1	6								16
使用人数				1	3	1	3								4

多機能粉末X線回折装置 D8 ADVANCE 使用実績

（稼働日数 3 日・使用時間 9 時間）

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

CCD 型単結晶構造解析装置 SMART APEX 使用実績

（稼働日数 114 日・使用時間 1226 時間）

4F 単結晶X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	14	18	13	7	6	1	8	16	11	13	16	8	131
		使用時間	111:35	158:25	159:50	58:25	51:35	7:10	45:15	134:30	122:15	107:00	209:55	48:50	1214:45
科学分析支援センター		使用回数			2							1		1	4
		使用時間			8:15							1:00		2:35	11:50
合計	使用回数		14	18	15	7	6	1	8	16	11	14	16	9	135
	使用時間		111:35	158:25	168:05	58:25	51:35	7:10	45:15	134:30	122:15	108:00	209:55	51:25	1226:35
稼働日数			12	13	13	6	6	1	6	14	10	13	14	6	114
使用人数			2	5	5	2	3	1	1	3	3	3	4	3	10

高輝度 CCD 型単結晶構造解析装置 SMART APEX II 使用実績

（稼働日数 145 日・使用時間 2500 時間）

4F 単結晶X線実験室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	3	2	9	5	2	3	6	12	7	3	4	1	57
		使用時間	39:55	16:05	62:40	45:40	26:30	15:05	92:00	87:25	81:00	60:15	66:15	7:00	599:50
工学部	応用化学	使用回数			1	3	1	2	5	4	3	6	2	1	28
		使用時間			6:00	31:00	10:00	38:00	55:00	39:00	88:00	157:40	20:15	12:00	456:55
	環境共生	使用回数		3	2	1	3		3	3					15
		使用時間		51:00	96:00	50:00	89:00		13:00	12:00					311:00
科学分析支援センター		使用回数	6	9	2	12	5	4	5	14	6	4	5	6	78
		使用時間	150:00	230:25	16:00	133:25	63:35	17:35	44:30	213:15	90:00	56:30	47:45	70:00	1133:00
合計	使用回数		9	14	14	21	11	9	19	33	16	13	11	8	178
	使用時間		189:55	297:30	180:40	260:05	189:05	70:40	204:30	351:40	259:00	274:25	134:15	89:00	2500:45
稼働日数			8	13	13	16	9	8	16	20	12	12	10	8	145
使用人数			4	5	7	7	5	4	6	7	6	6	5	3	8

赤外分光光度計 System 2000 使用実績

（稼働日数 109 日・使用時間 207 時間）

3F 核磁気共鳴室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
理学部	基礎化学	使用回数	1	9	6	3	1	2	2	4	1	7	4	8	48
		使用時間	0:40	5:50	3:40	4:05	3:30	1:50	0:40	4:00	3:30	11:55	2:40	5:30	47:50
	分子生物	使用回数										1			1
		使用時間										2:00			2:00
工学部	機能材料	使用回数	10	8	5	14	11	7	5	13	9	2		6	90
		使用時間	15:25	15:30	13:45	19:55	9:50	15:20	4:35	6:00	3:25	0:40		8:50	113:15
	環境共生	使用回数				2									2
		使用時間				3:40									3:40
科学分析支援センター		使用回数	2	6	4	1	2	1				1			17
		使用時間	4:00	12:00	7:15	2:20	7:00	3:00				5:00			40:35
合計	使用回数		13	23	15	20	14	10	7	17	10	11	4	14	158
	使用時間		20:05	33:20	24:40	30:00	20:20	20:10	5:15	10:00	6:55	19:35	2:40	14:20	207:20
稼働日数			10	13	12	13	11	4	7	12	8	7	4	8	109
使用人数			6	10	10	10	6	6	4	6	3	6	2	5	25

顕微フーリエ変換赤外分光光度計 Micro FT-IR (Hyperion) 使用実績

（稼働日数 3 日・使用時間 14 時間）

4F 分光室			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
科学分析支援センター		使用回数	3												3
		使用時間	14:30												14:30
合計	使用回数		3												3
	使用時間		14:30												14:30
稼働日数			3												3
使用人数			1												1

超音波顕微鏡 HSAM220 使用実績

（稼働日数 79 日・使用時間 342 時間）

4階 材料解析室(2)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	機械	使用回数		7	16	25	10	1	7	4	11	23	12	1	117
		使用時間		14:30	26:00	56:50	21:15	2:00	14:30	8:30	53:00	104:00	39:30	2:00	342:05
合計	使用回数			7	16	25	10	1	7	4	11	23	12	1	117
	使用時間			14:30	26:00	56:50	21:15	2:00	14:30	8:30	53:00	104:00	39:30	2:00	342:05
稼働日数				7	11	14	6	1	7	3	8	15	6	1	79
使用人数				1	2	3	2	1	3	3	2	3	3	1	5

微小材料試験機 Tytron250 使用実績

（稼働日数 21 日・使用時間 159 時間）

4階 材料解析室(2)			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
工学部	機械	使用回数						7	4	2		1	2	6	22
		使用時間						18:30	12:00	3:30		2:00	4:00	45:15	85:15
科学分析支援センター		使用回数												2	2
		使用時間												74:00	74:00
合計	使用回数							7	4	2		1	2	8	24
	使用時間							18:30	12:00	3:30		2:00	4:00	119:15	159:15
稼働日数								6	4	2		1	2	6	21
使用人数								1	1	1		1	1	2	2

平成 25 年度アイソトープ実験施設利用実績

利用状況

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	総計
入室回数	140	184	342	233	161	126	175	172	222	153	114	98	2120
時間	53:51	81:33	158:13	141:30	92:25	49:22	86:32	71:41	117:35	76:07	55:53	26:41	1011:28

核種別使用量（単位:kBq）

	^{3}H	^{14}C	^{32}P	^{33}P	^{35}S
年度当初保管数量	546.2	130.7	19.0	0.0	153.2
受入等数量	1850.0	223.1	37.8	0.0	370.0
使用数量	370.0	78.8	52.6	0.0	288.2
年度末保管数量	547.7	275.1	4.2	0.0	235.0

平成 25 年度動物飼育室利用実績

利用実績（入室回数）

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
一般飼育室	234	245	190	267	224	246	298	237	211	237	136	170	2695
SPF飼育室	43	50	36	51	42	45	44	40	32	41	33	28	485

使用数

		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
マウス	BDF1	84	51	1	28	58	74	38	20	89	49	10	11	513
	C57BL/6J	103	111	47	49	107	48	40	67	77	72	21	87	829
	BALB/cA	6	0	0	0	9	0	16	1	0	0	0	0	32
	ddY	0	0	79	67	0	23	55	8	40	72	38	1	383
	ICR	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	3	8
	grt	14	27	20	29	16	45	26	22	29	53	28	54	363
	小計	207	189	147	173	191	191	175	118	235	247	99	156	2128
ラット	Wistar	74	89	94	184	257	254	331	305	242	375	117	103	2425
	小計	74	89	94	184	257	254	331	305	242	375	117	103	2425
トガリネズミ	Suncus murine (KAT)	98	72	57	65	68	52	68	37	73	77	64	44	775
	Suncus murine (EDS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	小計	98	72	57	65	68	52	68	37	73	78	64	44	776

編 集 後 記

平成25年度，多くの皆様のご尽力により，当センターでは2台のX線回折装置，原子間力顕微鏡，GC-MSを更新し，化学･材料系の設備充実を図ることが出来ました．また，生物試料を電子顕微鏡で観察するための前処理装置である，凍結試料作成装置も導入しました．佐藤研究機構長が巻頭言で触れておられる通り，戦略的研究部門はいずれも生物系の研究が深く関わっております．こうした埼玉大学の研究力強化に当センターがさらに貢献できることを願ってやみません．

一方，一流研究機関や有名私立大学を巻き込む論文「コピペ」疑惑が浮上，日本の学部･大学院教育の質に関する深刻な問題提起ともなりました．研究力とともに教育力の強化を果たすため，大学教育のあり方を今一度問い直すべきと痛切に感じた次第であります．

末筆となり大変恐縮ですが，本号でも多くの方々に，快く依頼に応じご寄稿いただきました．深くお礼申し上げるとともに，ますますのご健康とご発展をお祈りします．また，本機関誌発刊に当たり，レイアウト･編集作業，さらに印刷業者との連絡などは，新美智久技師および山口翔平技術補佐員に引き受けていただきました．深く感謝いたします．

（文責　是枝　晋）

CACS FORUM
埼玉大学研究機構　科学分析支援センター機関誌
No. 5　2014. 12

発行者　埼玉大学研究機構 科学分析支援センター
さいたま市桜区下大久保255
URL　http://www.mlsrc.saitama-u.ac.jp/
TEL　048(858)3670 (ダイヤルイン)
FAX　048(858)3707
印刷所　文進堂印刷株式会社
さいたま市岩槻区仲町1–10–13