

関西光科学研究所(平成29年6月30日発行)

## 所長メッセージ

関西研の所長に着任して1ヶ月になりましたが、いろいろな会議に出ているうちにあっという間に過ぎてしまった感じです。経営企画部も会議は多いのですが、本部と東京(つまり近場)でほとんど閉じていました。関西研所長は、東は稲毛から西は播磨まで出張が多くなる上に、地元の仕事も含めて、所として大事な会合ばかりで気が抜けません。慣れるまで大変ですが、皆さんに助けをもらいながら頑張りたいと思います。

7月は量研が法人として国から評価を受ける時期ですので、少しそれに触れたいと思います。法人の評価には研究評価と機関評価の2つがあり、各々、「独法評価の大綱的指針」と「独法通則法」に定められています。研究評価は、研究成果をどれだけ挙げたかを評価する場で年度末に実施されます。他方、機関評価では、研究評価の結果を加味しつつも、法人として研究成果の最大化を行ったか、更に研究成果創出のコストパフォーマンス等に重点が置かれます。

H28の機関評価は、近々文科省の量研機構部会で議論されるのですが、そこでの議論のベースになる報告書を作成する自己評価委員会が6月に開かれています。量子ビームは非常に高い評価を受けており、特筆すべき成果として何とJ-KARENの性能向上が挙げられています。このような場では説明の仕方が評価を大きく左右します。木津・播磨両地区では、これ以外にも大変優れた成果が出ていますので、本番の機構部会には説明に一層の磨きをかけて、量子ビームで最高評価を勝ち取ればと考えています。機構部会は7月7日を予定しています。

【河内 哲哉】

## 6月の主な動き

- 6月9日(金) 186回S-cube開催(和歌山県立向陽高校83名)
- 6月14日(水) 関西研木津地区周辺美化運動
- 6月15日(木) 第24回KPSIセミナー S. V. Bulanov (QST上席研究フェロー)
- 6月21日(水) 第3回QST播磨セミナー 八巻徹也上席研究員(高崎量子応用研究所 先端機能材料研究部)
- 6月23日(金) 施工総研(静岡県)にてレーザートンネル検査の屋外デモンストラーション見学会
- 6月25日(日) 近隣自治会施設見学会(木津地区)

## 今後の主な予定

- 7月3日(月) 第15回ASEAN次官級交通政策会合けいはんな分科会にて所長講演(於:国際高等研究所)
- 7月5日(水) 日中企業経営者イノベーション協力フォーラムにて所長講演(於:国際高等研究所)
- 7月5日(水) 第25回KPSIセミナー Timur Esirkepov(QST上席研究員)
- 7月9日(日)~7月12日(水) 第17回SPring-8夏の学校
- 7月12日(水) 第25回KPSIセミナー河野裕彦教授(東北大学大学院理学研究科)
- 7月20日(木) 平成29年度第1回微細構造解析プラットフォーム運営委員会(於:科学技術振興機構東京本部別館)

## 異動情報

- 所長 河内 哲哉 関西光科学研究所副所長より配置換え  
(6月1日付)
- 高輝度放射光源推進準備室長 内海 渉  
関西光科学研究所長より配置換え

# イベント紹介

## 第3回QST播磨セミナーの開催

6月21日(水)に播磨地区(大型放射光施設SPring-8)において第3回QST播磨セミナーが開催されました。

QST高崎量子応用研究所先端機能材料研究部の八巻徹也上席研究員が「量子ビームを利用した水素エネルギー材料の創製研究 – 燃料電池部材を中心にして – 」と題して講演しました。

$\gamma$ 線、電子線、イオンビーム、中性子ビーム、放射光X線などの「量子ビーム」が有している、モノを「作る」、「見る」働きを利用した水素エネルギー材料の創製研究について、発表者らの成果を紹介しました。

具体的には、燃料電池の主要部材として、カチオン・アニオン伝導性の高分子膜と電極触媒の開発が取り上げられました。本研究で新規に開発された材料はすべて、構造的、機能的に特異であり、量子ビームによる手法で初めて得ることができたものです。この点で、通常の放射線架橋・グラフト重合、放射線還元、イオン注入などの技術とは異なることが強調されました。



講演中の八巻上席研究員



セミナーには学生さんも含めて14名の方が集まりました

## レーザーを用いた高性能非破壊劣化インフラ診断技術開発

関西研では、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)において、国土強靱化(社会インフラの保全・保守)に向けた、レーザーを用いた高性能非破壊劣化インフラ診断技術開発を実施しており、トンネル壁面コンクリートの内部劣化診断に向けた技術開発をレーザー技術総合研究所と共同で進めています。

今回6月11～25日にかけて、静岡県富士市の一般社団法人施工技術総合研究所が所有する模擬トンネル施設において、レーザー打音システムの屋外実証試験を実施しました。今回の実証試験では、実物大のトンネルを利用したトンネル円周方向へのレーザー打音検査検証や、装置全体をトラックに積載して自走式レーザー打音検査(Stop & Go計測)の実証を試みました。(日本経済新聞社 日経電子版 <http://www.nikkei.com/video/5482695341001/>、日本経済新聞7月1日夕刊掲載)

通常、クリーンルームで運用される高出力レーザーシステムを実証試験最後まで安定動作させたことで、装置としても技術者としても非常に貴重な経験を積むことができました。今回得た経験を活かし、実用化に向けた研究開発を更に進めていきたいと思えます。



図1:レーザーシステムのメンテナンス作業



図2:レーザー技術総合研究所メンバーと関西研メンバー

## 非共鳴磁気X線回折による磁気ドメイン測定に成功

## 【1】研究の背景と目的

磁性体の研究において、永久磁石や電磁鋼板などの磁性体の内部の磁区構造を観察する必要性はありますが、適当な測定法がありません。放射光を用いたX線磁気円二色性測定では $1\ \mu\text{m}$ 以下の空間分解能ですが、分析できる深さは数 $\mu\text{m}$ 程度までです。中性子線では深くまで分析できますが、空間分解能が及びません。そこで本研究では、集光性に優れて微小領域を深くまで測定できる高エネルギー放射光を用いることにより、磁性体内部の磁区構造の観測を可能とする新しい顕微磁気測定法の開発を目的としました。

## 【2】研究成果

磁区構造の測定手法としては非共鳴磁気X線回折法を用いました。強磁性体から散乱角 $90^\circ$ で回折されたX線強度が入射X線の楕円偏光(左または右)に依存する現象を利用しました。高エネルギーX線、その偏光反転、さらにその集光は可能であるものの、高エネルギー領域で使える移相子がないなど、実現には幾つかハードルがありました。今回は、エネルギーが $17.3\ \text{keV}$ の放射光X線に対してダイヤモンド移相子(diamond(440))を用い、屈折レンズを使って集光( $15\ \mu\text{m}$ 程度)することで、ストライプ状に着磁された鉄高配向試料の磁気ドメインの観察に成功しました(図1 実験セットアップ参照)。

## 【3】得られた知見

(1) エネルギー $17.3\ \text{keV}$ の入射X線と、ダイヤモンド移相子による偏光反転、屈折レンズ集光を用いて、分解能 $15\ \mu\text{m}$ 程度の高エネルギーX線走査型磁気顕微鏡を実現することが出来ました。

(2) それを活用して鉄の磁区構造を確認することができました(図2参照)。

## 【4】今後の展望

入射X線のエネルギーを $26\ \text{keV}$ に引き上げて測定深さを大きくする。さらに、入射偏光純度( $10^{-6}$ 程度)の向上と試料位置での入射X線強度の増大(10倍程度)させることで、さらに深い内部の磁区構造の観察が可能になります。

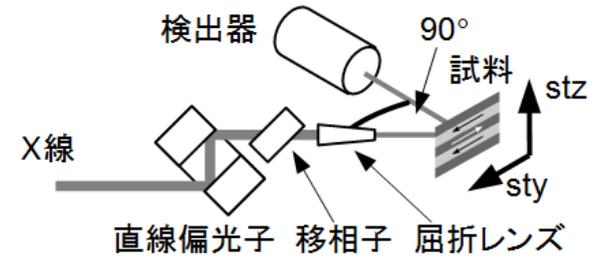


図1 放射光X線を用いた鉄高配向試料の磁気ドメイン観察のための実験セットアップ。移相子で偏光面を回転させ、屈折レンズでX線を $15\ \mu\text{m}$ 程度まで集光することで、磁気顕微鏡を実現しました。

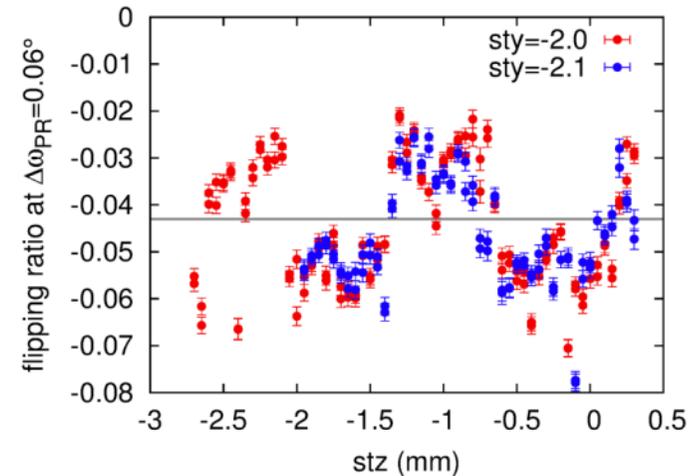


図2 測定結果の例 鉄高配向試料のストライプ状に着磁された磁気ドメインを反映して、stz方向に放射光スポットを掃引すると、フリップ比が振動する様子が観測できました。



6月もふおとんは親子工作で賑わいました



水無月(水の月)の中旬まではお天気のよい日に恵まれましたが、雨にちなんだキラキラ棒と万華鏡工作を楽しんでいただきました

人気のキラキラ棒は見かけより構造がやや難しく、仕組みを考えながら作るところが面白い工作です!

万華鏡は中に組み込むガラスやビーズでさまざまに変化します!!

6月18日は、父の日のプレゼントのキーホルダーを一所懸命作る子どもたちの姿が印象的でした♪ とってもバリエーション豊かに仕上げていました♪

国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構  
Photons de あ〜した天気にな〜あれ! 2017 JUNE

**親子工作**  
(小さなお子様から参加できます)  
各定員 10名

<b>ドレミファ♪PON♪</b> □6月3日(土) □6月4日(日) □①10:30 ~ 11:00 □②15:00 ~ 15:30	<b>ミニミニスコープ</b> □6月24日(土) □6月25日(日) □①10:30 ~ 11:00 □②15:00 ~ 15:30
---	---

**親子工作**  
(小学生・中学生対象)  
各定員 10名

<b>雨あめふれふれキラキラ棒</b> 6月10日(土) □①10:30 ~ 11:00 □②15:00 ~ 15:30	<b>雨のしずくスコープ</b> 6月11日(日) □①10:30 ~ 11:00 □②15:00 ~ 15:30	<b>父の日キーホルダー</b> 6月18日(日) □①10:30 ~ 11:00 □②15:00 ~ 15:30
---	--	--

**親子工作について**  
★整理券要→期間中の工作は整理券が必要です。当日の朝、先着順にて受付けします。玄関前にお並び下さい。  
★親子参加→期間中の工作は保護者同伴となります。申し込み時必ず保護者といっしょにお並び下さい。

1F QST Lab 2F Laser Lab 2F 映像ホール

いつも無料です。入館 駐車 工作 映像 ラボ

THE MOON 月のふしぎ  
「月について お勉強しちゃいましょう。」  
6月毎週土曜日 14:00 ~ 上映!

連絡先 〒619-0215 京都府木津川市海陽町1丁目1番5 TEL: 0774-71-3180 (代表) FAX: 0774-71-3190  
観覧時間 10:00~16:30(最終入館16:00迄) 休館日 月・火曜日(祝日の場合は翌日休館)  
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構関西光学科学研究所



ドレミファ♪PON♪

ミニミニスコープ

QST Lab.



雨あめふれふれキラキラ棒

雨のしずくスコープ

父の日キーホルダー

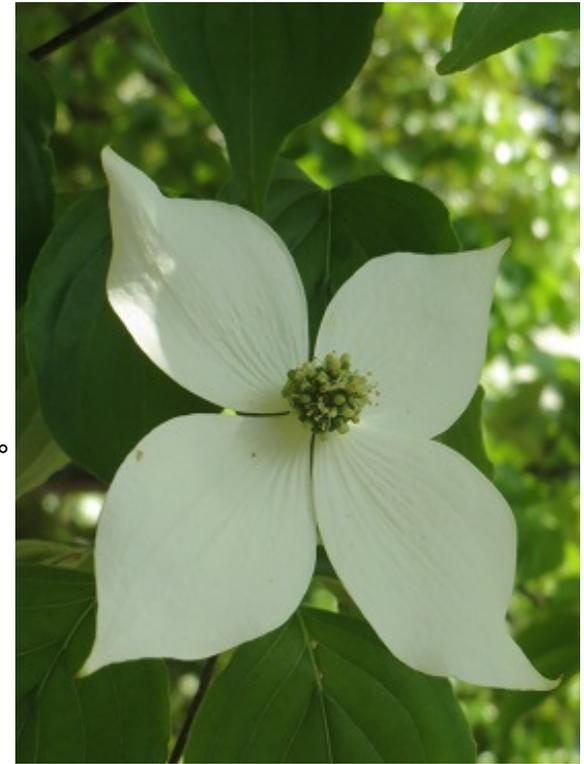
### 第十五話 DNA損傷生成から修復へ(その2) —DNA損傷修復学の“略歴”—

光や放射線、化学物質などの作用によって生じたDNAの“傷”(DNA損傷)の修復には、多種多様な“役者”—酵素などのタンパク質—が複雑に関わっていることがわかっています。「DNA損傷修復」はひとつの学問領域ですが、少なくとも50年以上の歴史をもっており、ここでは書ききれないほど多くの知が蓄積されています。2015年のノーベル化学賞は、この学問領域の功績者であるT.リンダール博士らに与えられました。関連分野の研究者で知らない人はいないでしょう。

わたしたち「いきもの」の遺伝を司るのがDNAという物質で、二重らせんの“ひも”であることが発表されたのは1953年のことです。一般に科学研究は、そのような「大発見」の後、関連の学問が次々と生まれ発展していきます。例えばDNAの発見によって飛躍的に進歩したのが「分子生物学」です。わたしたちが日ごろお世話になっている医薬品の多くは、これらの学問の賜物(たまもの)といえます。一方、筆者の仕事とも関わりが深い「放射線生物学」は、DNAが発見されるさらに半世紀以上前から始まっています。W.レントゲン博士が、1895年に光や放射線の一種であるエックス線を発見してからまもなく、それが「いきもの」に様々な影響を及ぼすことがわかってきました。「キュリー夫人」で有名な物理・化学者、M.キュリー博士も、放射性物質(放射線を出す物質)の扱いすぎで寿命を縮めたといわれています。博士が使っていた実験ノートは、未だに強い放射線を発しているそうです。「放射線でDNAが傷つくことが予めわかっていたら…」と思いたくなりますが、皮肉なことにDNAの発見には、“エックス線構造解析”という放射線を使った分析方法が必要だったのです。

さて、DNA損傷修復学は、光や放射線に限らず、天然・人工化学物質によるDNA損傷の修復も研究対象になっています。半世紀に及ぶ研究の蓄積で分かってきた損傷-修復の関係をいくつか挙げると、①修復を担う酵素—修復酵素—は、様々な種類があるが、それぞれの「専門性」は特に高くなく(たとえば、酵素Xは損傷AだけでなくBやCも処理できる)、多種多様な損傷に限られた修復酵素群で対処できるようになっていること、②異なる修復酵素間の役割分担は明瞭ではなく重複していることが多いこと(たとえば、損傷Aの処理は酵素Xだけでなく酵素Yも可能)、そして、③軽微な損傷より重篤な損傷の修復を優先する傾向にあること(軽微な損傷は“後回し”)、などがあります。「いきもの」は、遺伝情報の源である物質DNAを守るために、強靱なロバスタ性(“外圧”に対抗する力)をもっているようにみえます。「いきもの」と『いきもの』でないもの—“石ころ”のような物質—のちがいの一端を、ここに垣間見ることができます。

【量子生命科学研究所 放射線DNA損傷研究グループリーダー 赤松 憲】



ヤマボウシ(曾爾(そに)村・奈良県)

花びらのように見えるのは、「総苞(そうほう)」と呼ばれる、葉っぱが変化したものです。真ん中にあるのが「花」です。今の季節、最も人気が高いアジサイのような「花びら」をつけますが、アジサイの場合は総苞ではなく、萼(がく)です。ところで、アジサイの「花びら」の“香り”、ご存じでしょうか…輪ゴムみたいですよ。研究所近辺では、三室戸寺(宇治市・京都府)、矢田寺(大和郡山市・奈良県)などが「あじさい寺」として有名です。

## 真空四方山話

## 真空応用機器 — 電子顕微鏡 —

高真空状態にすると、真空チャンバ中を飛行する粒子(電子、イオン、原子・分子)は粒子同志の衝突で減衰せず、残留不純物ガスが表面に吸着しにくくなり、高電圧を印加できるようになります。そのため、高真空は荷電粒子ビーム応用機器(イオンビーム、電子ビーム)、加速器(各種イオン、陽子、電子、陽電子)、プラズマ応用機器(核融合炉、半導体プロセス装置)、表面分析機器(荷電粒子ビーム・X線をプローブに使用)の製作、開発に欠かせません。量研では放射光、X線レーザー、電子線、イオンビーム、ガンマ線、プラズマなどを利用した量子ビーム科学や放射線医学研究、核融合炉の研究開発を行っていますので、真空技術は量研にとっても非常に重要な技術です。これから数回に分けて、それらの機器について、真空の観点から特徴を述べてみようと思います。

電子線の応用機器では“電子顕微鏡(電顕)”が最も有名かもしれません。電子顕微鏡には“透過型”と“走査型”があります。透過型(Transmission Electron Microscope; TEM)はテムと呼ばれ、走査型(Scanning Electron Microscope; SEM)はセムです。TEMは1931年(昭和6年)にベルリン工科大学で開発され、1986年になってノーベル物理学賞になりました。日本では1940年(昭和15年)に大阪大学で国産されて以来、日本のお家芸です。TEMでは薄い試料を透過した電子線の軌道を電磁的に拡大し、CCDカメラなどを使って画像にします。場所によって透過する電子の密度が変わりますので、原子レベルで明暗(コントラスト)がついて、原子識別像が得られます。1924年(大正13年)にフランスのド・ブロイが発表した式に従うと、わずか100Vの加速でも電子の波長は約1Åになりますので、結晶構造が原子レベルで観察できるわけです。一方、SEMでは電子線が当たった微小スポットから放出される二次電子を検出します(図1参照)。スポットをXY方向に走査(ラスタースキャン)しながら放出電子量を記録すると2次元の明暗像が得られます。SEMでどの程度まで小さな物が見えるかは、スポットサイズ(数10Å)で決まります。実際には、結晶内部で入射電子が広がり、さらに二次電子が多段階的に生成するので、スポット直径より広い領域から電子が放出されます(近接効果)。従って、SEMでは原子の観察はできません。概ね100Å以上の物を見るときに使い、原子を見たければTEMを使うことになります。

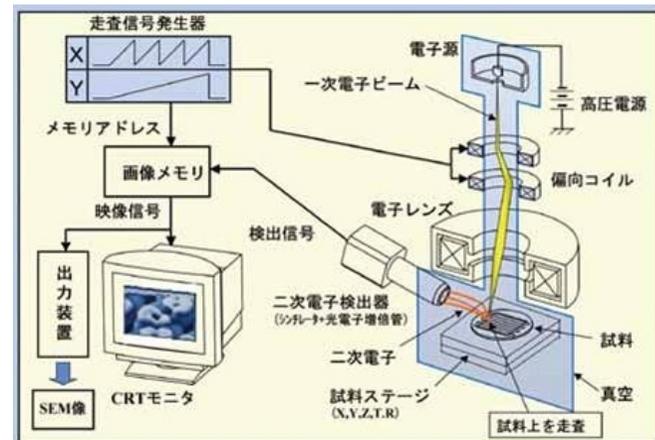


図1 走査型電子顕微鏡の概念図  
(日本分析機器工業会HPの技術委員会内田稔様(日立ハイテクノロジーズ)資料より)

## 所長退任挨拶

私こと、平成29年5月31日をもって、関西研所長を退任いたしました。第8代所長として平成27年1月1日に着任して以来、本当にあったという間の2年5か月でした。

着任早々、山口俊一内閣府特命担当大臣が関西研をご視察になり、超ド緊張で対応したのがつい昨日のこのようです。この2年間は、原子力機構からの移管と新法人設立という、大きな変革期でした。職員の皆さんの大変な努力と内外の方々の温かいご支援・ご協力により、無事にこれを持ち切り、新しい関西研として好スタートを切ることができたことを本当に嬉しく思うとともに、所長の大役をなんとか果たせたのではないかと安堵しているところです。

京都生まれの私にとって、関西での仕事は大変やりやすく、楽しいものでした。関係して下さったすべての方々に、心より御礼申し上げます。なお、6月からは、場所を東京に移し、新しく設置された「高輝度放射光源推進準備室」の室長として、新放射光源の実現に向けて努力する所存でございますので、今後とも引き続きよろしく願いたします。ありがとうございました。

【内海 渉】



送別会できつづ光科学館ふおとのスタッフに囲まれて



旧新所長と庶務課メンバー  
(特製うちわは、私の宝物です)



三室戸寺(京都府宇治市)のアジサイ

【撮影:管理部 庶務課】

## ギャラリー

### 人事往来(転入)

北村 俊幸 技術員

光量子科学研究部 X線レーザー研究グループ

平成29年6月1日採用

6月より任期付き技術職員として採用されました北村と申します。電通大レーザー研出身ですので、レーザーに関することは一通りできます。この機会に関西研の技術を学んでいきたいと思っていますので、



屋外実証試験にてご指導よろしくお願ひいたします。

### 人事往来(転出)

和田 美穂

管理部庶務課(播磨地区)

平成29年6月30日退職

健康管理室にて2年3か月間、大変お世話になりました。

皆さまの、ますますのご活躍とお健やかな生活を、心よりお祈り申し上げます。

山本 萌絵

管理部 庶務課(播磨地区)

平成29年6月30日退職

4年間大変お世話になりました。たくさんご迷惑をおかけした事と思いますが、温かく見守ってくださった皆様に感謝の気持ちでいっぱいです。本当にお世話になりました。ありがとうございました。皆様のますますのご活躍を心からお祈り申し上げます。



三室戸寺(京都府宇治市)のアジサイ



三室戸寺(京都府宇治市)本堂



【撮影:管理部 庶務課】

#### 編集後記:

まだまだ梅雨の季節が続きます。関西研(木津地区)構内では繁殖期を迎えるアシナガバチやアオダイショウが観察されており、木津川の豊かな自然の一端を垣間見ることができます。少し気が早いです。がきつづ光科学館ふおとんでは夏休みのご家族向けの特別工作教室を開催いたします。詳細は科学館webサイト(<http://www.kansai.qst.go.jp/kids-photon/>)でご確認ください。(庶務課)