

関西光科学研究所(平成30年1月31日発行)

## 所長メッセージ

新年あけましておめでとうございます。本年も量研 関西光科学研究所をよろしく願い申し上げます。既にご覧になられた方もおられるかと思いますが、関西研木津地区の玄関ロビーに保管理課の植田課長による新年の書「新日 時に及んでまさに勉励すべし。歳月人を待たず。」を掲示させていただきました。

日新(日に新た)の語源は古代中国の殷王朝にまで遡るようですが、松下電器産業(現パナソニック)の創業者である松下幸之助氏や、東芝等の社長・会長を務められた土光敏夫氏が好んでおられた言葉でもあります。「日に新た」の意味は、今日の行いは昨日よりも何かしら新しく良くなるように、また、明日は今日よりも何かしら新しく良くなるように頑張ることです。私たちの日常生活の中で一日一日が過ぎていくことはごく自然なことに思われますが、私たちが今使うことができるのは今日という時間だけです。昨日の時間をもう一回やり直すことも、明日の時間を今使うこともできません。今日という一日を大事に思い、有意義に過ごすことで、仕事でも趣味でも遊びでも何でも良いので昨日に比べて何かしら得るものがあれば、と心がけて行きたいものです。

関西研は量研の一拠点として今年で3年目に入ります。新法人設立直後の大きな変化の時期が過ぎ、研究所の運営も研究活動も腰を据えて行えるようになってつつありますが、その反面、一日一日の違いが希薄になりがちです。このような時こそ「日に新た」の言葉を思い出し、関西研一同一歩一歩頑張っていければと思います。

【河内 哲哉】

## 1月の主な動き

- 1月8日(月)-10日(水) 第31回日本放射光学学会年会・放射光科学合同シンポジウム(於:つくば国際会議場)
- 1月9日(火) 平野理事長年頭挨拶
- 1月15日(水) 平成30年けいはんな学研都市新年賀詞交歓会(於:けいはんなプラザ)
- 1月19日(金)第32回KPSIセミナー PhD Hui Chen (USA ローレンス・リバモア国立研究所)
- 1月23日(火) 第11回文部科学省「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」シンポジウム(於:京都大学吉田キャンパス)

## 今後の主な予定

- 2月9日(金) 平成29年度文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業京大・JAEA・NIMS・QST微細構造解析プラットフォーム地域セミナー「分光法の最前線」(於:TKPガーデンシティ京都)
- 2月5日(月)第33回KPSIセミナー S. V. Bulanov (principal research fellow, ELI-BL, Czech Republic & KPSI-QST, Japan)
- 2月14日(水)~16日(金)【nano tech 2018】第17回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議(於:東京ビッグサイト)
- 2月14日(水) RIKEN-RAP and QST-KPSI Joint Seminar (管理棟大会議室A119)
- 2月16日(金)第16回ナノテクノロジー総合シンポジウム「持続的な社会発展に向けたナノテクノロジー」(JAPAN NANO 2018)(於:東京ビッグサイト)
- 2月21日(水)文部科学省「光・量子融合連携研究開発プログラム」シンポジウム(東京大学)
- 2月26日(月) 軽金属溶接協会レーザー溶接委員会Spring-8見学会(SPring-8)
- 2月26日(月) 関西光科学研究所播磨地区総合訓練
- 3月12日(月)~14日(水) JAEA-QST放射光科学シンポジウム2018(於:SPring-8 放射光普及棟大講堂)
- 3月29日(木)~30日(金) 第32回固体飛跡検出器研究会(於:関西光科学研究所多目的ホール棟)

## イベント紹介

### 第10回文部科学省「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム」シンポジウム開催報告

1月23日(火)に、京都大学吉田キャンパス国際科学イノベーション棟及び百周年時計台記念館(京都市)にて標記シンポジウムを開催しました。(主催:文部科学省、量子科学技術研究開発機構、大阪大学、東京大学、京都大学、分子科学研究所、理化学研究所、慶應義塾大学、電気通信大学、東京工業大学)

加藤義章総括プログラムオフィサー(光産業創成大学院大学長)が開会挨拶を行い、勝野頼彦科学技術・学術総括官(文部科学省)、八木康史副学長(大阪大学)が主催者挨拶を行った後、関西拠点、関東拠点の拠点長から各拠点の研究成果の報告がありました。若手研究者からの講演3件(井上卓也先生・京大、戸倉川正樹先生・電通大、上村直・九州工大院工)、その後、兒玉了祐先生(阪大)をコーディネーターとして人材育成と分野横断的研究に関して1時間程度のパネルディスカッションが行われました。その後のポスターセッションでは98件の発表があり、活発な議論が行われました。百周年時計台で開催した意見交換会には72名の参加があり、東西両研究拠点間、および課題管理機関からの参加者を含めて2時間程度議論を行いました。

第10回目となる今回のシンポジウムでは関西光科学研究所が事務局を担当しました。前日の大雪の影響が心配されましたが、関東、関西の各拠点の研究者等約150名に参加いただきました。



シンポジウム参加者集合写真



加藤総括プログラムオフィサーからの  
開会挨拶



ポスターセッションの様子

## イベント紹介

### 文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業と大学連携研究設備ネットワーク事業の共同開催による 平成29年度技術職員・技術支援者研修会(英語)

12月22日(金)に、名古屋大学ベンチャーホールにおいて、ナノテクノロジープラットフォーム事業の分子・物質合成プラットフォームと大学連携研究設備ネットワーク事業の共同開催で、平成29年度第9回技術職員・技術支援者研修会(英語)が開催されました。量研からは藤川主任技術者(ナノテクノロジープラットフォームでの職能:高度専門技術者)が参加しました。

様々なユーザー対応、特に海外の方への対応について、各実施機関での取り組みや問題点の提起、意見交換、また装置の故障等についての情報交換を、月1回程度、少人数制で分子研や他の実施機関にて開催しています。今回は一年の集大成として、電子顕微鏡や放射光関係技術者だけでなく、宇宙開発や農業なども含めた幅広い分野から、20名以上が一堂に会しました。この研修では、外国人利用者とのコミュニケーション能力の強化を図ることも目的ですので、研修はもちろん懇親会まですべて英語で行われました。ただし、日本語を交えることも許されており、肩の力を抜いて笑顔でコミュニケーションをとれるように配慮されています。

まず初めに、開会のあいさつの後、参加者全員が即興で自己紹介を行いました。次に、技術者の英語学習や研究についての基調演説、各自の英語学習や支援内容についてのポスターセッション、英語学習や支援技術の課題や問題点についてのグループ討論が行われ、英語学習や技術支援等について活発な議論が交わされました。

この研修の参加者の英語の能力は様々ですが、参加者の誰もが、相手が言葉に詰まったり間違えても、真剣に相手の言葉を聞き取ろうとする態度がとても印象に残りました。演説の中でも、「下手を笑うな来た道だ」「子供叱るな来た道だ」とも聞きますが)というものがあり、長い道のりである英語学習を継続していくには、こういった精神が必要不可欠であると、改めて認識しました。



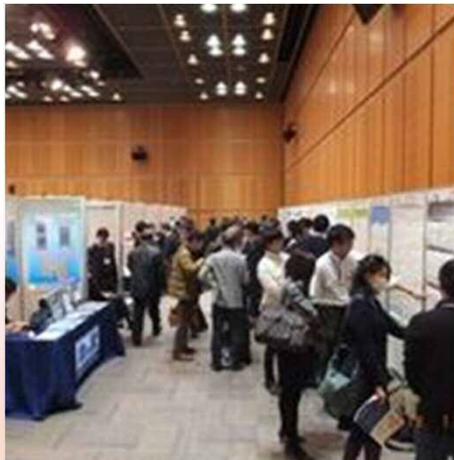
グループ討論の様子

## イベント紹介

### 第31回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム



つくば国際会議場大ホールで  
発表を聴講する参加者



ポスターセッション・企業展示の様子

写真提供:JSR2018事務局

1月8日(月・祝)から10日(水)にかけて標記シンポジウムが同組織委員会の主催、量研ほか27団体の共催で、つくば国際会議場で開催されました。667名の参加者があり、たいへん盛会でした。このシンポジウムは毎年1回開催されます。放射光を利用した研究成果のみならず、放射光用の加速器・光源、ビームライン・測定器までの技術開発や放射光施設の運営を含む、我国における放射光に係る総合的な発表と議論の場となっています。

国内に放射光施設やビームラインを保有する大学・研究機関からの現状報告(施設報告ポスター22件)のほか、招待講演9件、企画講演20件、口頭発表127件、ポスター発表231件がありました。また学会設立30周年記念企画として米国SLAC国立加速器研Hastings教授の特別講演や5件の特別企画講演がありました。さらに放射光科学賞1件、学会奨励賞1件の受賞式と受賞講演が行われました。量研からも多数の発表がなされました。期間中に同会場で開催された日本放射光学会総会では、昨年10月に新しく会長に就任した小杉信博・分子研教授が挨拶の中で、学会と各放射光施設との協力関係を築くこと、日本全体の放射光科学発展に向けたグランドデザインを検討することなど、決意を述べられました。一般を対象とした市民公開講座では、「放射光で輝く!女性研究者」をテーマに、名大・唯美津木教授と理研・南後恵理子研究員から最先端の触媒研究や分子機械研究が紹介され、また女性研究者4名によるパネルディスカッションも開催されて、有意義な取り組みとなりました。

研究発表に限らず、展示の多さも特筆されます。83件の展示ブースのほとんどが放射光に関連した機器・材料を製造・販売する国内外の企業からの出展です。放射光研究が如何に先端産業に支えられているか、逆に、その育成に貢献しているかを知ることができます。企業のみならず、革新的研究開発推進プログラム(lmPACT)の展示もありました。そのような国費による研究プロジェクトにとっては、その専門家に限らず、より多くの人々に成果や活動を知ってもらう良い機会となっています。

【関西光科学研究所 副所長 小西 啓之、放射光科学研究センター長 片山 芳則】

## 鉄系高温超伝導物質における共鳴非弾性X線散乱の研究

## 【1】背景と概要

鉄を含んだ高温超伝導体(鉄系高温超伝導体)が2008年に我が国で発見されて以来、その物性と超伝導機構解明を目指して様々な研究が行われてきました。その1つとして、我々は共鳴非弾性X線散乱(RIXS)という手法を用いて、その電子状態と励起状態を研究してきました。図1では、入射X線によってエネルギーの低い鉄の内殻2p電子が共鳴的に3d状態へ励起され、その後3d電子の1つが2p状態に戻る際にX線が放出されるRIXSの様子を模式的に示しています。入射X線と放出X線の運動量とエネルギーの差を系統的に調べることで、超伝導を担っている鉄3d電子の状態や励起スペクトルを測定することができます。本研究は、実験のRIXSスペクトルを理論的に解析し、鉄系高温超伝導について有用な知見を得るとともに、また実験に先んじた理論計算予測も得ようとするものです。

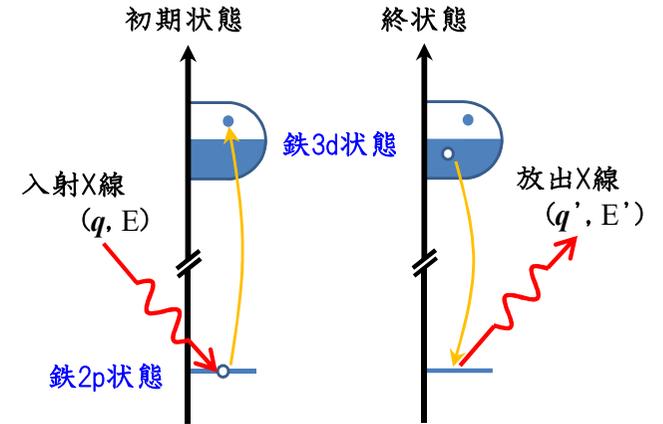


図1 共鳴非弾性X線散乱(RIXS)の模式図。

## 【2】計算方法

はじめに第一原理計算により、結晶構造データから電子の基底状態を精密に求めます。その基底状態からの励起における電子相関(電子間にはたらくクーロン相互作用の効果)を乱雑位相近似というオーソドックスな方法で考慮し、RIXSスペクトルを計算します。

## 【3】研究結果 &amp; 成果

図2(a)では、大型放射光施設SPring-8において得られた実験スペクトルを理論計算と比較しています。0.5eV以上の高エネルギーの電子励起については、理論計算と実験結果に概ねよい整合が見られます。このことは、計算で得た電子状態が現実をよく記述していることを意味しています。理論計算ではさらに進んで、実験では不明瞭な低エネルギーのスペクトルも予言します(図2(b))。予言された励起aは国外の他のRIXS実験で見出されています。

## 【4】今後の展望

高温超伝導を媒介する低エネルギーの電子励起を詳細に観測するには、さらなる高分解能が必要です。高分解能RIXS実験によってそれらを観測することが目標とされます。

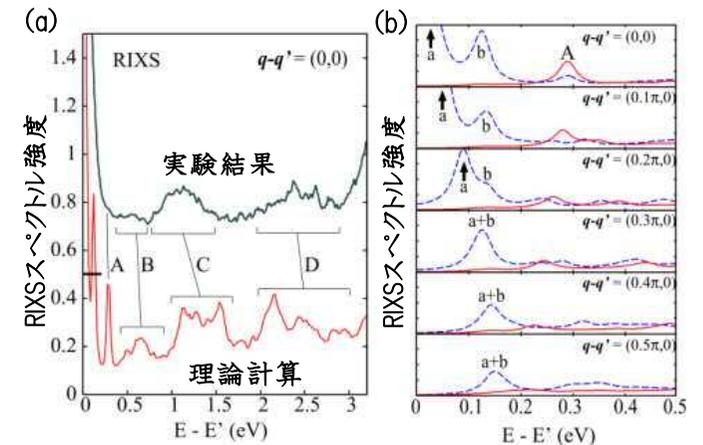


図2 RIXSスペクトル強度。a)実験結果と計算結果の比較。b)低エネルギーの計算結果。2種類の線(実線・破線)は異なる偏光の場合。

機械学習により実験計画の自動決定が可能に ～「学習」と「予測」でX線スペクトル測定の高効率化に成功～

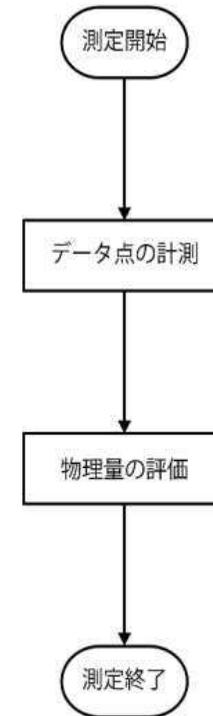
高エネルギー加速器研究機構(KEK)物質構造科学研究所の小野寛太准教授と量研の上野哲朗を中心とする研究チームは、人工知能(AI)技術の一種である機械学習を用いて、物質・材料研究に不可欠なX線スペクトル測定を高効率化する手法を開発しました。

X線スペクトル測定は物質・材料の機能や性質を支配する電子状態を調べるための実験手法であり、物質・材料研究において頻繁に用いられています。X線スペクトル測定の高効率化は、物質設計・物質合成・測定からなる研究サイクルを迅速に回して、新たな物質・材料を開発していく上で不可欠です。

本研究では機械学習の一種であるガウス過程回帰をX線スペクトル測定に応用することで、計測データの学習によってスペクトルを予測し、さらに次の計測データを自動的に決定する手法を開発しました(図1参照)。これにより、従来の5分の1程度の測定時間で、これまでと同等の精度で物理量を決定することが可能になりました。本手法はX線スペクトル測定のみならず様々なスペクトル測定に応用することが可能であり、実験時間の短縮と実験コストの削減により物質・材料研究の加速化に貢献します。

この研究成果は、1月25日(英国時間)に英国の学術誌「npj Computational Materials」電子版にオンライン掲載されました。

従来型的手法



今回開発した手法

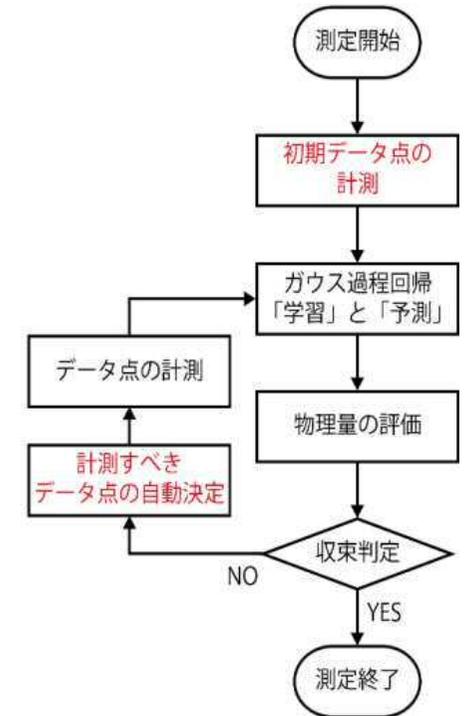


図1 従来型のX線スペクトル測定と今回開発した手法の比較。本手法では、ガウス過程回帰を用いて実験データを「学習」し、X線スペクトルを「予測」することで、計測すべきエネルギー点を自動的に決定することができます。

数万気圧極低温下での単結晶X線結晶構造解析に成功！ ～ 圧力下新奇物性解明に光 ～

名古屋大学の中埜彰俊院生と澤博教授、量研の綿貫徹、高輝度光科学研究センターの杉本邦久博士らは、大型放射光施設SPring-8における圧力下单結晶X線回折実験による結晶構造解析方法を確立し、電気通信大学、東京大学物性研究所、総合科学研究機構中性子科学センター、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所とともに、圧力下で劇的な変化を示す物質の結晶構造とその変化のメカニズムを明らかにしました。

圧力を加えると結晶の性質が劇的に変化する物理現象を正しく解明するには、圧力下で精密に結晶構造を決定しなければなりません。構造解析手法が十分整備されておらず、精密な結晶構造解析は比較的単純な物質に限られていました。

今回、SPring-8のJAEAビームラインBL22XUのQST高圧実験用X線回折計を用いて、高圧下单結晶X線回折実験の測定法の改良および構造解析手法の開発を行いました。圧力を1～8万気圧、温度を-263～30℃まで変化させ、様々な条件下で構造解析を行うことで、およそ3万気圧で原因不明の相転移を示す遷移金属層状化合物 $Ta_2NiSe_5$ の構造を精密に決定しました。この物質は“励起子絶縁体”という珍しい電子状態を持つ数少ない候補物質の一つで、その物理現象の解明と赤外線検出材料への応用に向けて世界中で研究が行われています。我々はこの材料では層間のクーロン相互作用によって層がスライドする特異な相転移が引き起こされていることを突き止めました(図1参照)。今後、より幅広い物質の圧力下の電子状態を議論することが可能となります。

この研究成果は、1月25日(英国時間)に国際結晶学誌「International Union of Crystallography Journals」電子版にオンライン掲載されました。

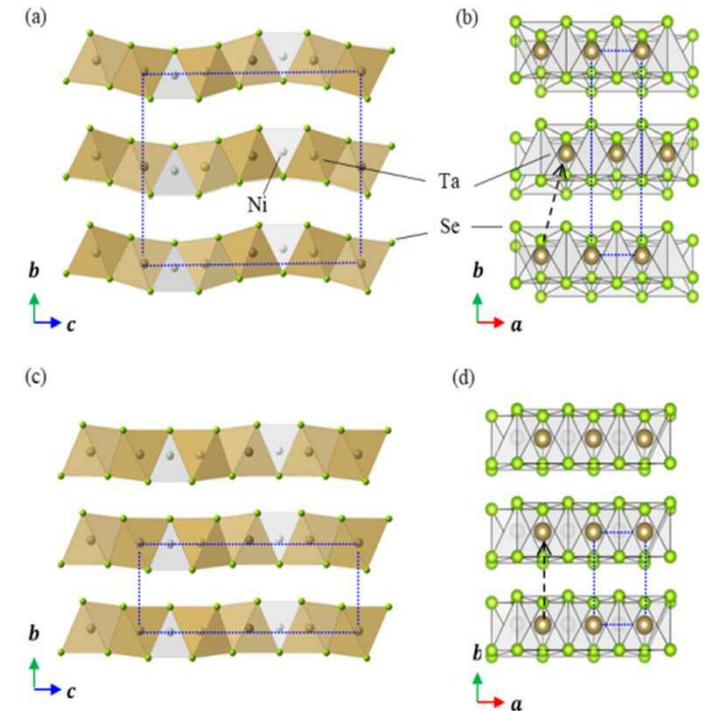


図1 (a)(b) 二方向から見た1気圧30℃における $Ta_2NiSe_5$ の結晶構造。(c)(d) 4万気圧-73℃における結晶構造。(b)(d)のb軸方向の上下の積層関係を見比べると、例えばTa原子の位置は(b)では斜め上にあるのに対して(d)では真上に位置しています(図中点線矢印)。これは層全体がスライドしたことに対応します。

## 所内活動

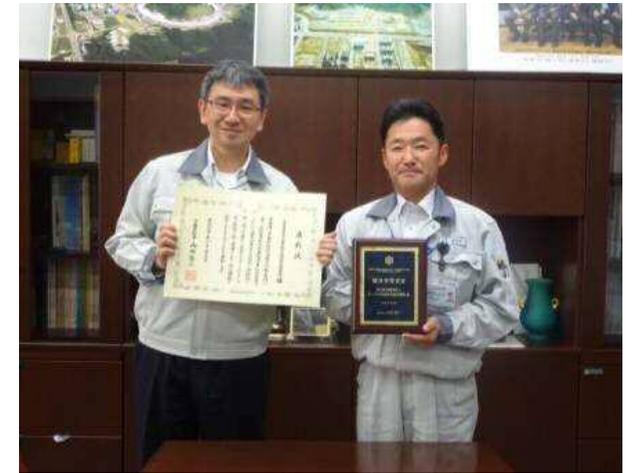
### 京都府事業者排出量削減計画・報告書制度に係る優良事業者の受賞

1月29日(月)京都府の公館「アルティ」において、京都府地球温暖化対策条例に基づく事業者排出量削減計画・報告・公表制度に係る排出量削減優良事業者の表彰式が行われ、量研 関西光科学研究所が京都府知事から優良事業者として表彰されました。

この表彰制度は、京都府地球温暖化対策条例による事業者排出量削減計画制度に基づき提出した実施報告書を基に第二計画期間(平成26～28年度)における総合評価から温室効果ガス排出量の削減等地球温暖化対策に積極的な取り組みを実施している事業者に贈られるものです。

関西研の省エネルギー活動としては、①電力使用量の6割を消費するレーザー装置が設置されている大実験室空調機の運転方式の見直しを行い、消費電力を1/4に削減する運転方法を取り入れたこと。②実験棟小実験室空調機の夜間の運転停止の導入を図り、研究活動に支障ないことを慎重に確認しながら、更なる節電対策を進めたこと。③照明のLED化及び人感センサーの導入、変圧器の集約化による電力使用量の削減を図ることなどの施策を行うことより従来の年間エネルギー消費量に対して約50%の節電効果を上げました。また、居室の冷暖房節約等の継続的な取り組み、科学館の天井部(ガラス)に電動カーテンと窓ガラスにブラインドの設置や職員等へのメールによる消費電力状況グラフを周知することにより省エネへの意識を高めるなどの活動に取り組み、平成28年度は平成22年度に比較して約半分の電力使用量の節減を達成しました。これらの継続的な活動を評価され、今回の受賞に至りました。

この受賞は、関西研と関西研が行う研究開発業務に対する皆様のご協力とご理解があったからこそ達成できたと思っております。関西研は今後も毎日の日常生活、職場の業務の中でエコロジーを考え、省エネを実践し、CO2削減に向けた取組みを続けて参ります。



授与された賞状・記念品(左から河内所長、飯田主幹技術員)



実験の天井照明LED化(上)や空調の低速運転(下)を実施

【管理部 工務課 主幹技術員 飯田 晃一】



今年も1月4日から開館し、成人の日までの5日間で1,100人超の方々に来館いただき、好調なスタートとなりました。  
今年も当日までお楽しみの福袋工作で幕を開け、お正月ならではのこま回しやけん玉工作で賑わい、中でも達磨さんが入ったレジンはお守りみたいで好評でした♪

また、昨年撮影していただいた、ふおとん紹介動画がYou Tubeにアップされ、とても楽しいコンテンツになっています <https://www.youtube.com/watch?v=Lz-8fhSpuok&sns=fb>  
制作に携わってくださった皆様、子供たち、ありがとうございました！  
科学館ホームページにもバナーがあります。是非ご覧ください！！

さらに、なんと日本最大級の子どもお出かけ情報サイト「いこーよ」において、ふおとんが京都南部エリア(屋内施設)の年間人気ランキング1位を獲得しました♪  
本年もよろしくお願ひいたします



# ふおとん 2018 開運初笑い

親子工作【幼児から参加可】各回定員10名

<b>1/4木</b> あんどん福袋 mini (お楽しみ工作) ① 10:30~11:00 ② 15:00~15:30	<b>1/5金</b> あんどん福袋 mini (お楽しみ工作) ① 10:30~11:00 ② 15:00~15:30	<b>1/6土</b> あんどん福袋 mini (お楽しみ工作) ① 10:30~11:00 ② 15:00~15:30
<b>1/13土</b> やっこさん deダンス ① 10:30~11:00 ② 15:00~15:30	<b>1/20土</b> ドレミファ! PON! ① 10:30~11:00 ② 15:00~15:30	

親子工作【小・中学生対象】各回定員10名

<b>1/7日</b> あんどん福袋 (お楽しみ工作) ① 10:30~11:00 ② 15:00~15:30 小・中学生対象	<b>1/8月祝</b> あんどん福袋 (お楽しみ工作) ① 10:30~11:00 ② 15:00~15:30 小・中学生対象	<b>1/14日</b> 開運フラバン ① 10:30~11:00 ② 15:00~15:30 小・中学生対象	<b>1/21日</b> 開運スコープ ① 10:30~11:00 ② 15:00~15:30 小・中学生対象	<b>1/27土</b> ダイナソーショット ① 10:30~11:00 ② 15:00~15:30 小・中学生対象	<b>1/28日</b> スライムB ① 10:30~11:00 ② 15:00~15:30 小・中学生対象
---	--	---	---	--	--

親子工作【小・中学生対象】各回定員10名

申し込み時にも工作参加も必ず親子でお並びください

一人の大人に対してお子様3人まで

いつもの親子工作

休館日のお知らせ 2018年 1月

きつづ光科学館ふおとん  
The Kids' Science Museum of Photons

Qst Lab 毎日楽しい体験実験!

THE MOON 月のふしぎ

入館 駐車場 工作 映像 ラボ  
いつも無料です。

開館日は受付までおたずねください。

連絡先 〒619-0215 京都府木津川市鴨島町丁目1番地6 TEL: 0774-71-3180 (代表) FAX: 0774-71-3190  
開館時間 10:00~16:30(最終入館16:00迄) 休館日 月・火曜日(祝日の場合は翌日開館)  
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

★親子参加し期間中の工作は保護者同伴となります。  
★一回参加しどなたさまもおひとり一回のみのお楽しみです。  
★整理券を事前に発行し、当日の朝、先着順にて受付致します。玄関前にお並び下さい。



けんたま      パタパタやっこさん      こま      やっこさんdeダンス      ドレミファ! PON!



成年レジン      スーパーボール      開運フラバン      開運スコープ      ダイナソーショット      スライムB

## 真空四方山話

## 真空応用機器 ー放射光ビームラインー

超高真空状態を実現できると、真空中で高電圧を印加したり、残留ガスの影響を排除したり、真空内を通る粒子や光の減衰を低減できます。これらの特徴は放射光の利用にとっても好都合です。今回は放射光ビームラインの真空について簡単に紹介します。量研の放射光科学研究センターは兵庫県西部にある大型放射光施設SPring-8に2本の専用ビームラインを保有しています。それぞれに複数の実験装置が設置されていて、量研職員はもとより、大学等の他機関の研究者の実験支援にも供されています。

放射光ビームラインは電子蓄積リングから枝分かれして実験装置に至る直線状の真空容器とその関連機器を指します。その長さは標準的なビームラインで光源から80mに及びます。電子蓄積リングを保護するため、放射光が残留ガスに吸収されて減衰するのを防ぐため、光学素子表面の焼き付きを避けるために、放射光ビームラインも超高真空状態に保持されています。試料を大気中におく場合は、ベリリウム窓を通して放射光を大気に出して試料に照射し、散乱・回折したX線を検出する装置も大気中に設置される場合があります。放射光を大気に出せるのが硬X線の特徴です。試料を大気に晒せない場合や、軟X線放射光を利用する場合は、実験装置をビームラインに接続して、一体的真空装置にする必要があります。

長い放射光ビームラインには要所に真空計が設置されています。それらの多くはインターロックに組み込まれて、中央制御室から真空度を監守することも可能です。軟X線ビームラインの場合はベリリウム窓がないので、実験中に電子蓄積リングと実験装置が真空的につながります。そこで、SPring-8の軟X線ビームラインでは、真空破断対策として、真空度の低下を検知して下流のシャッターを高速で閉める装置や、真空中に突入した空気の流れを減速させるアコースティックデレイラインが設置されている場合もあります。



大型放射光施設SPring-8の量研ビームラインBL11XUの放射光輸送部(上)と二結晶分光器(下)

# ギャラリー



玄関ホールに書初めを掲示しています(木津地区)



今年の主役です(木津川市)



1月22日木津川市でもうっすらと積雪しました



石切劔箭神社(東大阪市)



大安寺の光仁会(癌封じ笹酒祭り)(奈良市)



【撮影:関西光科学研究所】

## 編集後記:

謹んで新年のご挨拶を申し上げます。本年も関西研だよりをよろしくお願ひ申し上げます。1月は木津・播磨の両地区で幾度か雪が降りました。日差しに春を感じる今日この頃ですが、まだまだ寒さは続きそうです。関西光科学研究所ときつづ光科学館ふおとんにお越しの際、どうぞ温かくしてお出かけください。(庶務課)