

News Letter Vol.2

Apr. 2020

Introduction of Double Degree Students



難波 大輝 / Daiki Nanba

京都大学—マラヤ大学 (マレーシア)
ダブルディグリープログラム 修士 1年生
京都大学大学院エネルギー科学研究科
エネルギー社会・環境科学専攻
エネルギー社会工学分野

私は2019年の9月からマレーシアのマラヤ大学に留学しています。ダブルディグリープログラムのもとの約1年間の留学です。

私はエネルギー科学研究科の今の研究室に所属するまで自分が留学に行くとは全く考えていませんでした。そんな私が留学に行こうと思ったきっかけには、外から来たものと内から出たものがあります。外から来たものとは、研究室の環境です。私が所属している研究室は留学生が多く、国際的な感覚が身につきました。また、留学に行くための環境も整っていて、実際に留学に行った先輩方の話を聞く機会もありました。そうした環境にいるうちに私は

「留学に行くのが普通である」と見事に洗脳(?)されてしまったのです。内から出たものとは、将来への不安と期待です。就職への不安、海外で学位を取れば就職に役立つかもという期待、そもそも就職すべきなのかという疑問、自分ならではの方法で自由に生きている人への羨望、それらが混ざり合ったような漠然とした感情です。その外から来たものと内から出たものの合わさった先に、留学という道がありました。

そうしてマレーシアに渡ったわけですが、そこでの生活について述べたいと思います。マレーシアは日本より物価が安いというのに、私は給付型の奨学金をもらっているため、金銭面には困っていません。家は、最初はホテルに住んでその間に借りられる部屋を探し、以降はシェアハウスに住んでいます。食べ物はマレー系・中華系・インド系など種類が豊富です。価格帯も安い屋台から高いレストランまであり、自分の食べたいものが食べられます。衣類や生

活用品はほとんどこちらで買えます。授業は毎回スライドを用いて行われます。授業内で小テストが行われることや、課題としてレポートやプレゼンが出されることもあります。その中で、グループで取り組むレポートとプレゼンが特徴的だと思いました。他の学生とスケジュールを調整したりするのは大変ですが、だからこそ仲良くなれるチャンスでもあります。授業と並行して自分自身の研究も行っています。ゼミはないので気楽ですが、そのぶん自分でしっかりとスケジュールを組んで進める必要があります。研究に行き詰まったときは指導教官の先生とディスカッションをすると適切なアドバイスをもらえます。

最後に、留学のメリットについて考えてみました。まず思い浮かぶのは「英語力の向上」です。様々なシチュエーションを英語で体験できるというのが良いと思っています。入学の手続き、大学の授業、クラスメイトとのディスカッション、

友達とのチャットといった異なるシチュエーションの中でどんな英語が使われているのかを勉強できません。

就職におけるメリットについては、私自身はまだ就職活動をしていないのでわかりませんが、先輩からは「海外の学位を持っていることが企業に高く評価された」と聞きました。ほかに私が良いと思っていますのは、「これまでの人生から距離を置いて考えを整理できる」という点です。今まで住んでいた日本という国を離れて外側から見るという経験は、これまでの自分の人生を俯瞰して見るということに繋がっていると感じます。私にとってはそれが最も大きな収穫かもしれません。次に、「マレーシアの視点からエネルギーについて学べる」ことです。エネルギーというのは世界共通の話題ですが、日本で学ぶと日本中心の視点になってしまいます。マレーシアの視点も学ぶことによって、多角的な考え方ができるようになったと感じます。



発行

〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町（工学部総合校舎 3F 301）
京都大学大学院 エネルギー科学研究科 国際先端エネルギー科学研究教育センター

TEL: 075-753-9117





中谷 真大 / Masahiro

Nakaya

京都大学—ボルドー大学（フランス）

ダブルディグリープログラム 修士 2年生

京都大学大学院エネルギー科学研究科

エネルギー基礎科学専攻量子エネルギープロセス分野

ただ、実際に現地の生活の雰囲気を味わいたいという方は、ある程度のフランス語を習熟した上で滞在されることをお勧めします。英語が通じない箇所も多々あるため、フランス語を喋ることができないとショッピングやレストランでは苦労をすると思います。あとパン屋でバゲットを買う際もフランス語が必要です。

留学中は、分子集合体からなるキラルならせんナノ構造体をナノリアクターとして金ナノ粒子を作製し、そのキラリティ評価を行っていました。日本と異なり、ボルドー大学の小田先生の研究室ではポストドクかPhDの学生が殆どでしたので、それぞれが自分の研究テーマに責任持って取り組んでおり、その能動的な姿勢は大変参考になりました。研究室の皆さんとのディスカッションは基本英語で行われましたが、正直大変苦労しました。研究室の皆さんは全員が非常に流暢な英語を話されていたので研究内容をネイティブに近いレベルでの英会話をタイムリーに行わないといけなため、よく私が喋る際に時間が止まり、皆さんが待っていてくれました(笑)。2ヶ月などの短期間の派遣留学の場合は現地に行って学ぼうとはせず、事前にしっかり準備をして行くことが必要だと思います。留学の一番の収穫は、とにかく何かを発さないとコミュニケーションが取れないため、例え間違った英語でもどんどん発信していくうちに英語力は向上しました。

私が留学をするきっかけは、修士論文の研究テーマとして当時半導体ナノ粒子のキラリティに関する研究をおこなっており、その際に丁度私の所属する研究室とボルドー大学の小田研究室がダブルディグリープログラムを行なっていることや、小田先生が分子集合体に関するキラリティの専門家であるということで、派遣して貰うきっかけになりました。また、現在の研究活動のコミュニティが国際化する状況を踏まえると海外での研究生活というものに触れてみたいということも志望動機の一つとなりました。

ボルドーは大変素敵な場所で、料理やワインも大変美味しいです。京都に住んでいると日本の歴史的な景観を見ることが可能ですが、ボルドーではフランスの歴史的な景観が保持されており散歩するだけでも非常に魅力的でした。生活面ではホームステイなどを利用すれば、ホストファミリーが手助けしてくれるため、フランス語が喋ることができなくても十分生活をする事が可能です。

研究業績としては、留学先の研究内容で国際学会と国内学会でそれぞれ1件の発表をすることができました。また、国際学会でのポスター発表の際に、キラルナノ材料の著名な先生であるミシガン大学のN. Kotov教授と私の研究に関してディスカッションができたことは大変良い思い出になりました。

今回の留学を通じて最大の収穫は、研究留学するという感覚を体験できたことです。将来海外の方と共同研究する際や海外派遣となった場合に、研究を進めるにあたりどのレベルのコミュニケーション能力が必要なのか、あるいは海外で生活するということがどのような感覚なのかを前もって実感できたということは、今後の私の人生に大きくプラスになる経験でした。



Introduction of IAESREC Science Cafe

2019年度より、エネルギー科学研究科国際先端エネルギー科学研究教育センター (IAESREC) が主催するサイエンスカフェを開催することになりました。IAESRECサイエンスカフェでは、科学にまつわる話題をきっかけに、軽食をつまみながら、気楽に楽しくかつ真剣に科学に向き合う場となることを目指しています。毎回話題提供者の先生にお越しいただき、科学にまつわるテーマについて、分野が異なる方にも分かり易く説明をしてもらいます。

2019年4月25日に行われた第1回目は、話題提供者として本研究科の小川敬也先生をお招きし、「文献ビッグデータに基づいた分野横断解析と新規研究アイデアの機械的創出論」についてお話しいただきました。論文出版数が年々増え続け、論文全てに目を通すことが難しくなっている背景を踏まえ、これらの論文を統計的に解析し、研究領域を機械的・客観的に評価する計量書誌学という分野 (bibliometrics) についてご紹介いただきました。また、この分野の手法を応用した、異分野間の相関性を定量化することによる新たな研究のアイデア創

出例についてもご紹介いただき、参加者は質問および活発な議論を楽しんでいました。これまでに4回のサイエンスカフェを実施しており、話題提供者の先生方と相談しながら、講演スタイルや参加型パネルディスカッションスタイルなど、様々な形式を取り入れ、議論の活発化を図っています。

本活動にご興味をお持ちの方は、是非お気軽にご参加いただければと思います。開催情報については、エネルギー科学研究科のホームページにも掲載しておりますので、ご確認いただけると幸いです。また、話題提供者としてのご参加も歓迎いたします。今後もIAESRECサイエンスカフェ活動を通じて、「研究」「教育」「国際」の視点において有用な場となることを目指してゆきます。

IAESREC Science Café (3F-302)



光電子分光装置 X-ray Photoelectron Spectrometer (XPS)

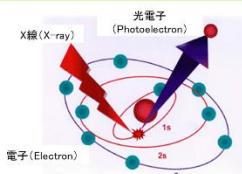
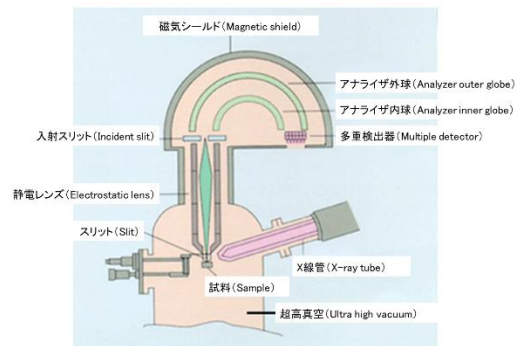
基本仕様 / Specifications

日本電子株式会社 (JEOL) JPS-9030



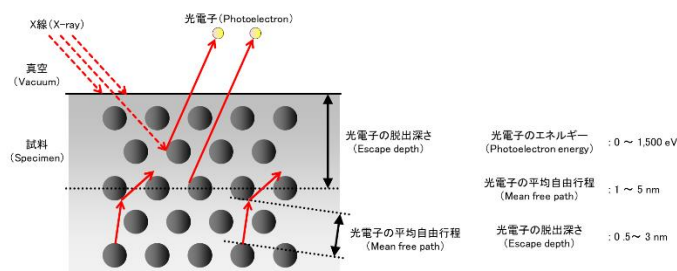
- エネルギー分解能 (半値幅) / Energy resolution (FWHM) : 1.00eV or less (standard X-ray source)
- X線源 / X-ray source
 - 加速電圧 / Acceleration voltage : 12kV (Max)
 - エミッション電流 / Emission current : 50mA (Max)
- 標準X線源 / Standard X-ray source : Al/Mg twin anode
- 深さ方向分析機能搭載 / Come with Depth Profiling

基本原理 / Mechanism



JPS-9030光電子分光装置は、マグネシウム(またはアルミニウム)の特性X線を物質に照射し、物質表面から放出される電子(光電子)のエネルギーを測定します。光電子の運動エネルギーは、原子の内殻電子の結合エネルギーを直接反映し、各元素に固有の値をもちます。また、電子の結合エネルギーは化学結合状態によって変化(化学シフト)します。これらの特徴に基づき、物質の構成元素と同時に化学結合状態が推定できます。

The JPS-9030 Photoelectron Spectrometer measures the kinetic energy of photoelectrons excited by irradiating the specimen with the characteristic X-ray of magnesium (Mg) or aluminum (Al). The kinetic energy of photoelectrons is directly determined by the binding energy of the inner-shell electrons of the atoms. Binding energy represents the electronic energy level in an atom and is peculiar to each element. In addition, the binding energy of electrons depends on the chemical bond state (Chemical shift). Based on these features, not only the composition of elements but also the chemical state of atoms and molecules can be estimated.



光電子分光装置による物質の分析は、通常の光による分析と異なり、電子と物質との相互作用が大きいため物質中で発生した光電子の検出領域は表面の数nmの層に限られます。この深さは表面の3~4層の原子層に相当するため、極めて表面に敏感な分析手段であり、表面分析に欠かせない装置の一つとして利用されます。

Unlike ordinary optical analysis methods, the depth of the analysis region is limited to several nanometers due to a large interaction between photoelectrons and the specimen. Since this region corresponds to only three or four layers of surface atoms, the analytical sensitivity is very high in terms of the specimen surface, thus resulting in an indispensable device for surface analysis.

実用例 / Application Example

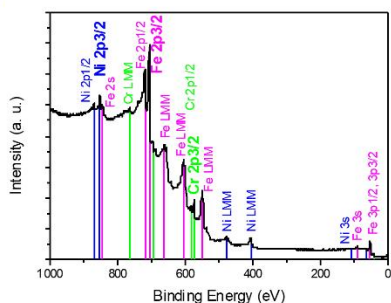


Figure 1 XPS spectrum of an Fe-Cr-Ni alloy (stainless steel).

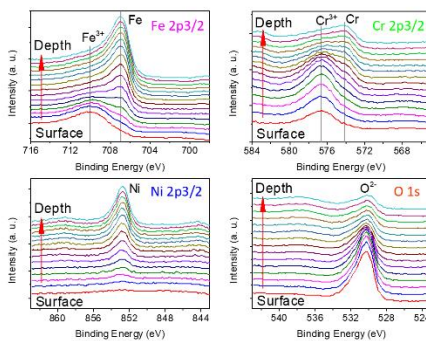


Figure 2 XPS spectra of Fe 2p_{3/2}, Cr 2p_{3/2}, Ni 2p_{3/2}, and O 1s for an Fe-Cr-Ni alloy (stainless steel).

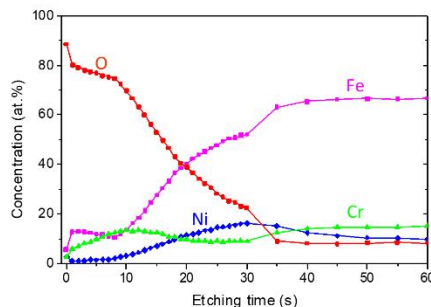


Figure 3 XPS in-depth composition profile of an Fe-Cr-Ni alloy (stainless steel).

原子間力顕微鏡 Atomic Force Microscope (AFM)

基本仕様 / Specifications

島津製作所 (Shimadzu) SPM-8100FM

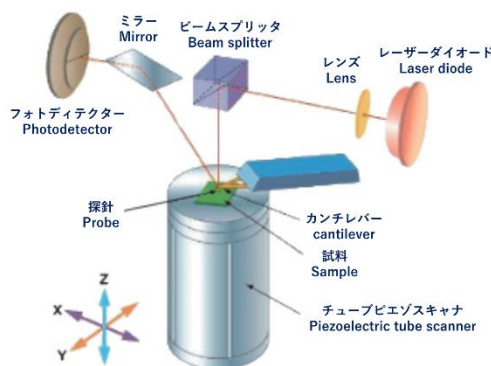
- 分解能 / Resolution: XY: 0.2nm, Z: 0.01nm
- SPMヘッド / Head
 - 光源 / Light source: レーザーダイオード / Laser diode (635nm, 5mWmax)
 - 検出器 / Detector: Photodetector
- スキャナ / Scanner
 - 駆動素子 / Drive element: チューブ型 piezoelectric element
 - 最大走査範囲 / Max. scanning size: 10μm x 10μm x 10μm (X, Y, Z)
 - 試料最大形状 / Max. sample size: Φ38mm x 8mm
 - XYステージ / SPM head movement range: 10mm x 10mm



基本原理 / Mechanism

SPM: 探針を試料近接で走査
SPM: Scans in close proximity to sample

相互作用の画像化 / Visualization of interaction



走査型プローブ顕微鏡 (SPM: Scanning Probe Microscope) は、先端曲率が数10nm程度の微小な探針 (プローブ) を試料表面に近づけて、試料-探針間の力学的・電磁氣的相互作用を検出しながら走査し、試料表面を三次元的に観察する顕微鏡の総称です。AFMとは、原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope) のことで、最も基本となるSPMの代表格です。SPMは従来の光学顕微鏡や電子顕微鏡と異なるビームやレンズによる縮小拡大を使用しない変わった顕微鏡ですが、特定の条件と試料に対して原子・分子を見分けることができ、拡大能力では透過型電子顕微鏡に並びます。大気中や溶液中で使用できるのも大きな特長です。今後も、ナノテクノロジー研究に必須の顕微鏡装置として一層の応用の拡がりが期待されています。

SPM is a generic term for all microscopes used to observe sample surfaces three-dimensionally by moving a tiny needle (probe), with a tip radius of only a few dozen nanometers, close to the sample surface. One of the most basic types of scanning probe microscope is the atomic force microscope (AFM). The SPM is different from a typical microscope, which uses beams and lenses to increase or reduce magnification, such as optical or electron microscopes. However, given certain conditions and samples, it is able to distinguish between atoms and molecules, and its magnification capacity rivals transmission electron microscopes. Another big advantage is that it can observe samples in air or liquids. Therefore, as a microscope essential for nanotechnology research, applications for SPM systems are expected to expand even further in future.

AFMでは、カンチレバーと呼ばれる、探針が形成された片持ち梁 (梁の一方が固定され、他方が固定されていない梁のこと) を力検出に使用します。カンチレバー先端の探針と試料との間に働く微小な力 (原子間力) によってカンチレバーの反りや振動が変化します。その変化を、カンチレバー背面に照射したレーザー光の反射により感度良く検出します。

The AFM uses a cantilever (a beam anchored at only one end) with a needle-shaped tip to detect force. The tiny forces acting between the needle on the tip of the cantilever and the sample (atomic forces) cause the cantilever to vary in how it bends and vibrates. These variations are detected with high sensitivity using laser light reflected off the back side of the cantilever.

実用例 / Application Examples

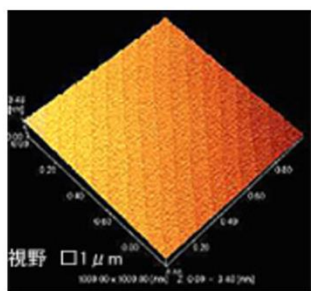


Figure 1 AFM observation in air (atomic steps on a sapphire surface).

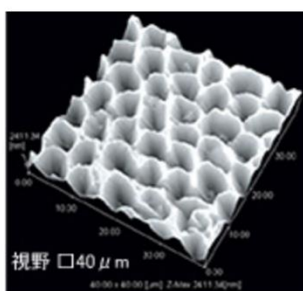


Figure 2 AFM observation in solution (Honeycomb structure of a tooth).

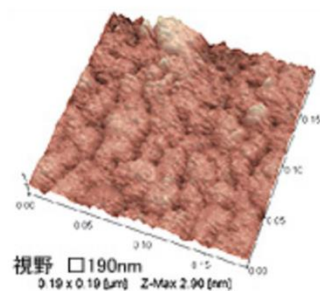


Figure 3 AFM observation in a gas environment (Ni surface in a reducing gas environment).

全自動化学吸着分析装置 Automatic Chemisorption Analyzer

基本仕様 / Specifications

島津製作所 (Shimadzu) AutoChem II 2920

- 温度制御システム / Temp. system:
制御範囲 / Range: -70~1100°C
昇温速度 / Ramp rates:
50°C per minute (120~500°C)
30°C per minute (500~750°C)
10°C per minute (750~1100°C)
- ガス流量 / Gas flow rate:
マスフローコントローラー / All mass flow controller (MFCs)
- ガス供給 / Gas delivery:
ガス導入ポート / Inlet ports: ループ、キャリア、前処理に各4ポート搭載 / 4 each for loop gas, carrier gas, preparation gas
温度制御 / Temp. control: 150°C (内部配管とバルブ) / Internal gas lines and valves heated up to 150°C
- サンプルチューブ / Sample tube:
石英フローチューブ (1100°Cまで使用可能)、最大径9mmの個体を使用可能 / Fused quartz flow-through samples tubes, for use up to 1,100°C, accepts powders and pellets up to 9 mm in diameter



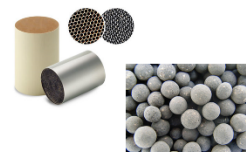
基本原理 / Mechanism

冷却トラップ / Cold trap

冷却トラップで凝集性ガスの除去:
冷却トラップは迂回させることで、反応時間を容易に向上できる
Cold trap to remove condensable species - the Cold trap is easily bypassed to improve response time



蒸気発生器 / Vapor generator
蒸気発生器は二つのゾーンから構成され、飽和蒸気と成可能
Vapor generator featuring two zones to ensure a saturated vapor is produced



クラムシェル型加熱炉 / Clamshell furnace

開閉が容易なクラムシェル型加熱炉は室温から1100°Cまで対応:
付属のCryoCoolerを用い、-100°Cまで冷却が可能
Easy-to-open clamshell furnace with a range of ambient to 1100°C - an optional CryoCooler is available to cool the sample to -100°C

Chemical adsorption

- 活性金属表面積 (active metal surface area)
- 表面酸性度 (Surface acidity)
- 活性部の特長 (Active sites)
- BET表面積 (BET surface)
- パルス化学吸着 (Pulse chemisorption)

Temp.-programmed (TP) reaction

- 昇温還元 (TP reduction (TPR))
- 昇温離脱 (TP desorption (TPD))
- 昇温酸化 (TP oxidation (TPO))

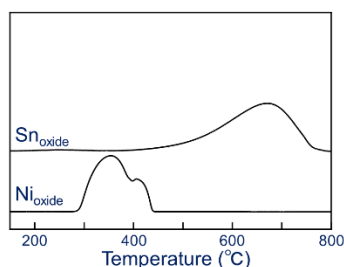
触媒を最適に設計して効率的に利用するには、触媒物質の表面構造および表面化学を完全に把握する必要があります。化学吸着測定により、設計フェーズや生産フェーズだけでなく、使用後の触媒物質の評価に必要な多くの情報を得ることができます。化学吸着等温線からは、物質の表面活性に関する情報が得られます。さらに、温度制御反応技術は、多くの産業・研究分野で化学吸着等温式測定に必要不可欠なものとなっています。

Optimum design and efficient utilization of catalysts require a thorough understanding of the surface structure and surface chemistry of the catalytic material. Chemical adsorption (chemisorption) analyses can provide much of the information needed to evaluate catalyst materials in the design and production phases, as well as after a period of use. The chemical adsorption isotherm reveals information about the active surface of a material. In addition, temperature-programmed reaction techniques have emerged as an indispensable companion to chemisorption isotherm analyses in many areas of industry and research.

AutoChem II 2920は完全に自動化された測定装置で、正確な化学吸着および昇温反応の研究を包括的に実施できます。この装置により、触媒、触媒担体および様々な物質の物理的特性に関する重要な情報が得られます。

AutoChem II 2920 Chemisorption Analyzer is a fully automated instrument capable of conducting a comprehensive array of highly precise chemical adsorption and temperature-programmed reaction studies. The instrument enables the researcher to obtain valuable information about the physical properties of catalysts, catalyst support, and a variety of other materials as shown above.

実用例 / Application Example



Condition: The sample was pretreated at 200°C for 0.3 h under He (50 mL/min) atmosphere. The reduction was carried out from 80 to 1000°C (10°C/min) under 5 vol% H₂ in Ar with a flow rate of 50 mL/min.

Figure 1 TPR (temperature programmed reduction) spectra of Ni-oxide, Sn-oxide

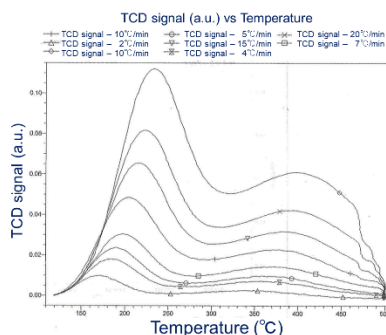


Figure 2 TCD (Thermal Conductivity Detector) signals of ZSM-5 and ammonia

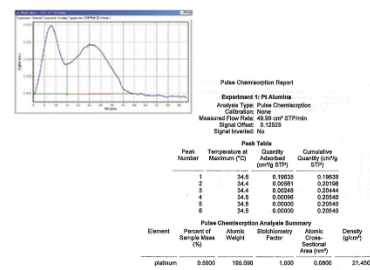


Figure 3 CO pulse chemisorption on 0.5 Pt Almina under various temperatures