

読者の広場

研究室だより

近畿大学理工学部エネルギー物質学科

核反応エネルギー研究室

～周期表には足跡を 核図表には未到達領域の開拓を～

近畿大学
理工学部エネルギー物質学科
有友 嘉浩
aritomo@emat.kindai.ac.jp

1. はじめに

核データニュースの編集委員をされている大塚直彦さんから、「研究室紹介」の原稿依頼の連絡を受けたとき、前回の近畿大学の紹介記事が、1999年であることを同時に知らされました。そこで大塚さんをお願いして、1999年の原稿を送っていただきました。ちょうどその原稿は、私の前任者である大澤先生が書かれた原稿でしたので、非常に興味を持って読むことができました。大澤先生が原稿を書かれてから24年の間に、近畿大学の研究室で、我々の環境がどのように変わったのか、あるいは同じなのか、そういったことにも興味が生まれました。この原稿では、24年前の研究室の状況と現在の状況との比較も行いながら、研究室の紹介をしていきたいと思います。

2. 東大阪と近畿大学

大澤先生の原稿はまず、近畿大学の本部の所在地である「東大阪」の特色をベースに話が進んでいます。兵庫県の西の端で生まれ育った私も、大学が何なのかを知らない子供のころから「近大」という言葉はよく耳にしており、東大、神戸大学、京産といった言葉と合わせて身近なものでした（私の町では、なぜか神大（しんだい）とは言わず「神戸大学（こうべだいがく）」とフルネームで呼びます。神戸という響きが大事なのかもし

れません)。公務員として就職した、私と年の離れた岡山の二人の従兄弟達も近大卒でした。しかし、そんな身近な「近大」でも、いったい大阪のどこにあるのか、私は全く知らずに過ごしてきて、自分が近畿大学の教員採用試験を受けるときに、初めて近畿大学が「東大阪」にあるということを知った次第です（しかし、「東大阪」がどこにあるか、それも実は知らなかったのですが）。



図1 近畿大学のアカデミックシアター

「東大阪」、ノーベル賞を受賞された山中伸弥教授が、受賞後のインタビューでしきりに「私は東大阪のおっちゃんですから」と言われていたことが印象的でした。「なぜ大阪のおっちゃん」ではなく「東大阪のおっちゃん」なのか、「大阪と東大阪は違うのだろうか」、そういうことがずっと疑問でした。ここに「大阪」とは一味違う「東大阪」特有の文化があり、またそれが近畿大学の教育・研究理念と結びついているように思います。

東大阪は、2022年度後期のNHKの朝の連続テレビ小説「舞いあがれ！」の舞台となり、この街の雰囲気や特徴は、全国に広く知れ渡ったと思います。たくさんの町工場が立ち並ぶ、ものづくりの町、職人の技「匠」の町です。先の大澤先生原稿でも、「核データの町工場」というタイトルになっており、近畿大学に勤務する自分自身の姿を、町工場の経営者の姿として表現することで面白おかしく紹介されていました。

我々の「核反応エネルギー研究室」もこの東大阪キャンパスにあり、いろいろな場面で町工場をはじめ地域の人々との交流があります。大学院の専攻のひとつに「東大阪ものづくり専攻」があります。この専攻は「東大阪を中心とする特徴ある技術を有する企業群の開発研究室に所属し、そこで開発研究の実務を経験しつつ、大学院で高度な専門教育と研究開発の指導を受けます」と謳っています。さらに大学には「近大ものづくり工房」や、大学と企業の垣根を超えたモノづくりスペース「THE GARAGE」が設置され、

地域の産業界との連携・交流によって技術開発、技術発展に貢献することを目標にした教育が行われています。この専攻の紹介文には、「このように近畿大学はこの東大阪という地域性と相まって、『実社会と乖離しない研究者・技術者を育てる』という実学教育を重視しています」と明示されています。

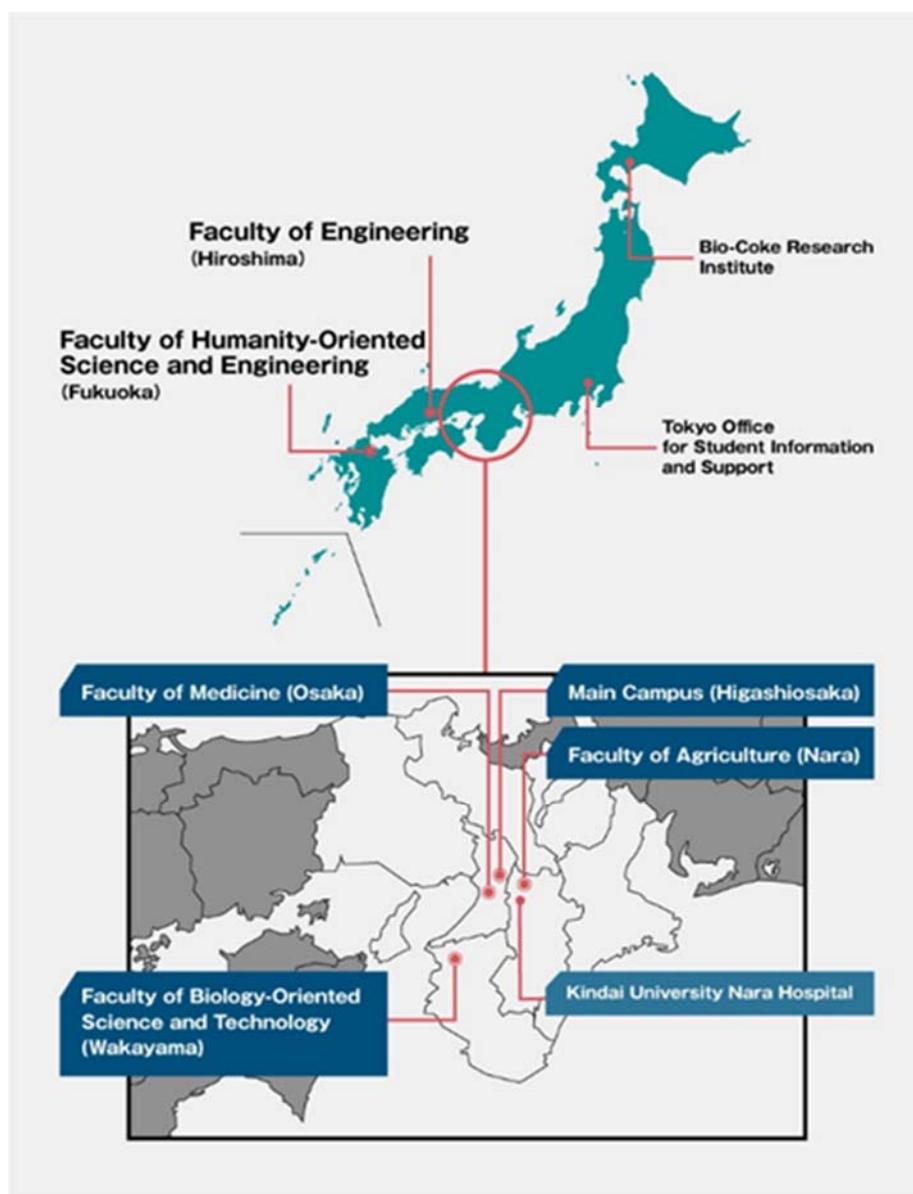


図2 近畿大学キャンパスマップ

さらに近畿大学の特色の一つとして、原子炉を保有していることが挙げられます。近畿大学原子炉（UTR-KINKI）は、熱出力が1Wであり、学生実習および他大学の学生の原子炉教育・訓練ならびに広範な分野の原子力研究に利用されています。



図3 近畿大学原子炉（UTR-KINKI）

3. 研究室の紹介

我々の研究室は、2022年に理工学部の新設されたエネルギー物質学科に所属しています。しかし研究室に配属されている4年生は、理工学部電気電子工学科の学生であり、また大学院生は総合理工学研究科エレクトロニクス系工学専攻の学生という、特殊な構成になっています（2023年秋現在）。研究室に配属されている学部学生・大学院生とも、電気機器の取り扱いや電気回路を組んでの計測・実験などでは非常に手際がよく、これは電気電子工学科における非常に厳しい教育の賜物のようです（私は、学生たちのこの特技・能力のことをほとんど知らずに卒業研究や大学院の指導をしていました。新学科になって1年生の基礎物理学実験を担当した際、TAとして研究室の院生に「熱の仕事当量」を測定する実験を手伝ってもらったら、何も見ないで一気に配線をつないで回路を組み立てました。これには非常に驚きました）。また彼らは電気電子工学科の中でも「エネルギー環境コース」に所属していた学生が多く、近畿大学における原子炉実習にも参加し教育を受けています。このような経験が、卒業研究や大学院での研究に（たとえ卒業研究や大学院の研究が理論研究だとしても）、非常に大きく役に立っていることは否定できません。

現在、研究室は4年生8名、修士課程の大学院生4名、博士課程の大学院生2名が所属しています。後期からはさらに3年生が8名程度配属される予定です。このように大所帯の研究室ですが、大学院生たちは、研究面や教育面だけでなく、研究室の運営に関することでも、とにかく非常に協力してくれ大変助かっている次第です。



図4 研究室の風景

さて、1999年の大澤先生の原稿では、「仕事の時間の中に無遠慮につきつぎと押し寄せてくる雑用という名の闖入者に土俵際まで押し込まれながら」と非常にお忙しい様子が記述されています。また「研究上の協力者など、どこをみても影も形もないから、町工場の親父よろしく、あらゆることを自分でやるほかない」「せめて大学院生でもいてくれれば、と思うが、それも叶わぬ夢だ」と書かれています。この時点では、大澤先生の研究室は、院生は一人もいなかったことが推察できます。さらに「今春から、当大学にも新構想大学院「総合理工学研究科」が発足するが」「あまり期待はできない」とあります。しかし実際は、この24年後の現在、当大学の総合理工学研究科の院生数は589名であり、大学院生の発表論文数や受賞数は非常に多く、各分野で高い評価を受け、関西における研究拠点の一つとなり活発な研究活動が行われています。この部分は24年間に最も大きく変わった点であり、また大澤先生の予測は幸運にも当たらなかったところかと思えます。現在、教員にとって大学院生たちは「研究上の協力者」であり、また大学院生が担うTAというサポートによって教員は「雑用からある程度解放」されています。

4. 研究活動

次に、このように多くの院生が在籍するという環境に感謝しながら、日々研究室で我々は何をしているか、ということを紹介したいと思います。

我々の研究室では、「超重元素の生成可能性」に関する理論的研究を行っています。さきほど、近畿大学の大学院には、ある専攻の特徴として、東大阪という地域性と相まって、「実社会と乖離しない研究者・技術者を育てる」という実学教育を重視しています、と書きました。そのすぐ隣に、どう考えても実社会と乖離しているとしか思えない「超重元素」の研究を主体とする我々の研究室が存在しています。

現在、周期表において、存在が知られている元素は 118 個あり、最も原子番号の大きいものは 118 番元素のオガネソン（元素記号 Og）です。我々はその次の元素である 119 番元素以上の元素合成を成功に導くため理論計算を行っています。周期表では Og は第 7 周期最後の元素であり、119 番元素は前人未踏の第 8 周期に突入することになり、合成に成功した際にはニュースバリューも大きなものになると期待されています。

超重元素の生成確率は非常に小さいため（蒸発残留核断面積は数 pb）、非常に小さな現象を扱う理論モデルの構築が必要となります。モデルの検証を行いつつ、数値計算を用いて蒸発残留核断面積の評価を行っています。また、理論計算において超重元素合成を扱うには、全融合分裂過程を記述する必要があり、当然、核分裂過程も研究の対象となります。核分裂片の質量分布や運動エネルギー分布などの物理量の計算、さらに代理反応や多核子移行反応へのモデルの適用、統計モデルコードの整備などの研究を行っています。最近では、日本原子力研究開発機構のタンデム加速器で得られたデータの解析、r-プロセスに関与した中性子過剰領域の核分裂に関する計算（理化学研究所）、韓国の RAON 計画に関する計算も行っています。これらの研究は、核データ研究に大きく関係する分野でもあり、院生も含め「核データ研究会」で研究成果の発表をしています。

研究環境について、再び大澤先生の手稿を引用いたしますと「研究室にはワークステーションもなければ e-mail もつけてもらえない」と書かれています。たとえ 24 年前（1999 年）だとしても、これには非常に驚きました。現在、我々の研究室ではすべての学生にデスクトップパソコンがあり、また院生にはそれとは別に研究室のノートパソコンを与えています。更にはハイパフォーマンスコンピュータを有し、大規模計算を可能としています。これも学生数の増加の影響であると思います。



図 5 京都大学における合同セミナー

研究室の研究交流は、主に日本原子力研究開発機構の西尾勝久氏の研究グループ、理化学研究所の西村信哉氏・田中翔也氏、九州大学の湊太志氏、韓国の IBS のグループと行っており、積極的に大学院生も研究交流に参加しています。また同じ関西圏にある京都大学の萩野浩一氏のグループと大学院生を中心にセミナーや研究会を行っており、ときにはみんなで食事に行き交流を深めているところです。

5. おわりに

研究室について、24年前の大澤先生の原稿とも比較しながら紹介させていただきました。もちろんこの24年の間に、世の中も大きく変化しました。ただ、私の感覚の中では1999年はそんなに遠い昔ではなく、つい最近のことも感じます。計算機の性能は飛躍的に発展し、非常に複雑な数値計算も短時間で処理できるようになり、理論計算においても多くの重要な結果を得ることができるようになってきました。実験値を再現するだけでなく、反応機構の解明や原理なども深く追求できる時代となりました。我々の研究室では、この「現象の起源・原理」を追求することを重視しています。実験データと計算値が一致した時よりも、なぜそのような結果が出てきたのか、その原理や理由が分かったときに、学生たちの喜ぶ姿を何度も見る機会がありました。自分が学生の時を思い出し、このような空気は自然に脈々と受け継がれているのだなと感じています*。

また、近畿大学大学院では、2023年度から博士後期課程の大学院生に対し、各研究科入学者の2分の1（ただし、入学者数が入学定員を超えるときは、入学定員の2分の1）以内の学生に授業料を3年間全額免除するという支援制度が始まりました。この制度によって博士課程に進む学生も増え、大学院も大きく変わると期待しています。

今回、核データニュースに研究室の記事を書く機会を与えて下さった大塚直彦さんに感謝いたします。また、いろいろな面で研究室や学生のサポートをして頂いている甲南大学の太田雅久先生に感謝いたします。24年後、近畿大学の研究室の誰かがこの原稿を読めば、どう感じるだろうと思いを馳せつつ、この原稿を終わりたいと思います。

(※) 追記

そういえば、20年以上も前の話ですが、私が実験の研究所であるフレロフ研究所のセミナーで、超重元素の蒸発残留核断面積の励起関数の計算結果を示したことがありました。私の計算結果は実験値と2桁以上離れていましたが、その時、私が所属する理論グループのリーダーであるザグリバイエフ教授が私に言ったこと、それは、「そんな実験値とかけ離れた計算結果を不用意に実験屋の前に示したら、誰もお前のことを信用しなくなるぞ。その計算結果は、隣のボゴリボフ研究所（理論の研究所）で示せばいいのだ。ボゴリボフラボの連中は、みんな分かっている。絶対値が合ってなくても励起関数の傾向があっている。まずはそれが大事なのだ」。このことは、非常に強く心に残っています。