

東京理科大学こうよう会  
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂1-3  
TEL.03(5228)8327 FAX.03(5228)8328

東京理科大学こうよう会報

浩洋

No.72

2022年4月号

2022年度 入学式

就職特集

就職活動体験談

研究室探訪

VOL.1 理学部第一部 応用化学科 根岸研究室

新年度  
スタート!



施設紹介 よろず相談室

2021年度 学生表彰

2022年度 父母懇談会オンラインのご案内



# 研究室探訪 Vol.1

※取材・撮影は感染予防に十分留意した上で行いました。



## 理学部第一部 応用化学科 根岸研究室

東京理科大学の研究室をめぐる新連載がスタート。第一回は、理学部第一部 応用化学科の根岸研究室を紹介します。根岸研究室では、昨年12月に開催されたマテリアル(先進材料)に関する学会「第31回日本MRS年次大会」において、大学院生2名が奨励賞を受賞しました。ナノテクノロジーを活用し、社会が直面するエネルギー・環境問題の解決を目指しています。その研究内容について根岸先生に伺いました。

### Q 根岸研究室の研究内容を教えてください。

簡単に言うと「ものを小さくつくる技術」について研究しています。なぜ、ものを小さくつくる技術が必要かというと、ものを小さく作ることによって機器や材料を高機能化できるからです。例えば、昔は携帯電話がとても大きかったのに、今では手のひらサイズになり、しかもパソコンの機能まで内蔵されています。これは、携帯電話に使われている素子が小型化したことで多くの機能を詰め込めるようになったのです。

物質の最小単位は原子ですが、原子は材料としては使えないため、原子が複数個集まったものが材料としては一番小さいということになります。原子が複数個集まると、1nm(ナノメートル)くらいの大きさになります。そのため、ものを小さくつくる技術は「ナノテクノロジー」と呼ばれます。従来



理学部第一部 応用化学科 根岸雄一 教授

は大きなものを砕いて小さくする方法がとられており、物理学の範疇だったのですが、そのような手法は限界に達し、現在では原子や分子から組み立ててつくられています。そうすると私たちの専門分野である化学が重要になってくるといわけです。



数ある材料の中でも、私たちは金属を対象にしています。金属を1nmのレベルまで小さくすると、量子サイズ効果といって、大きな金属とは異なる性質が現れます。例えば金(ゴールド)は金属ですが、小さくなると半導体になります。これが金属をナノ化する研究の面白さですね。ナノテクノロジーにより、既存の材料を高機能化するだけでなく、新しい材料を生み出すことも可能になります。

### Q ナノテクノロジーはどのような分野で活用されていますか？

ナノテクノロジーはあらゆる材料の高機能化に応用できます。携帯電話をはじめとする電子機器のほか、化粧品、衣類、医薬品などにも使われていて、紫外線を反射させたり、耐熱性を高めたりなど、さまざまな機能を発揮しています。その中で、うちの研究室が取り組んでいるのは、エネルギー・環境材料の高機能化です。

現在、人類はエネルギーと環境の問題に直面しています。化石資源は有限ですから、化石資源に代わる新しい化学エネルギーを見つけたいといけません。そこで注目されているのが水素です。水素は水を分解することで生み出すことができ、しかも水素を燃やしても水になるだけで二酸化炭素を発生しません。そのため、水から水素を生み出す「水分解光触媒」と、水素を電気に変える「燃料電池」は、次世代のために非常に重要なツールといえます。

水分解光触媒と燃料電池はすでに開発されているものの、一般に浸透しているとは言えません。なぜなら価格が高いからです。コストを下げるためには、そこに使われている材料の量、特に高価な貴金属の量を減らす必要があります。そこで、小さな金属粒子を高機能化するナノテクノロジーを、この分野に



応用していきたいと考えています。

水分解光触媒や燃料電池が一般レベルで実用化されれば、地球温暖化を防ぐ一助になります。また、日常的に石油を使わず、貴金属も少量でよいとなれば、有事の際に他国から埋蔵資源を政治的な切り札として使われる恐れもなくなり、日本の経済が安定します。私たちはNEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)と連携し、国家的プロジェクトの一環としてこうした研究を進めています。



### Q 学会発表に向けてどのような指導をされていますか？

研究発表の練習にはかなり力を入れています。学生は毎週のセミナーで自分の研究について英語で発表し、20人以上いる研究室メンバー全員が必ず質問をすることになっています。この練習は学会に出席するかしないかにかかわらず全員が行います。そうすることで発表者も質問者も考える力が身に付きますし、同時に、学会での質疑応答にも対応できるようになります。うちの研究室は東京理科大学の中でも学会における受賞人数が多いのですが、それはこうしたトレーニングが活きているからでしょう。受賞は喜ばしいことですが、学生にとってそれは特別なことというよりも、努力の先にある日常となっているようです。

かつては、ここまで発表練習に注力していなかったのですが、学会で発表はできても質疑応答がうまくできない学生が多いと感じ、十数年前からこのようなスタイルを続けています。

### Q 研究における今後の展望を教えてください。

研究には、基礎研究→応用研究→実用化という流れがあります。私たちはナノテクノロジーの基礎研究からスタートし応用研究につなげてきました。しかしながら、まだ実用化には至っていません。基礎研究には国の税金が使われていますから、これからは実用化の研究にも力を入れ、国民の皆さんの生活を豊かにするためにフィードバックしていきたいと考えています。また、実用化のためには産業界との連携が欠かせません。現在は三菱マテリアル、田中貴金属工業、ジョンソン・マッセイ・ジャパンの3社と協力し、新材料の開発や既存材料の高機能化に取り組んでいます。10年もすれば私たちが開発した材料が皆さんの身の回りで使われているかもしれません。ぜひ今後の研究にご期待ください。





研究室で発表練習を  
何度も重ねたから  
緊張せずに学会に臨む  
ことができました

平田 桃子さん  
2022年3月  
理学研究科 化学専攻 修了  
(神奈川県出身)

### 金クラスターの活性を妨げる 配位子の脱離プロセスを解明

根岸研究室ではナノテクノロジーを駆使し、金属原子が数個から数十個集まった金属ナノクラスター(2nm未満の大きさをもつ超微粒子)を生み出す研究をしています。あわせて、金属をナノ化することで発現する特異的性質を用いて、燃料電池や光触媒などの機能向上を目指す研究にも取り組んでいます。

近年、微細な金クラスターの特異的性質を利用した新しい触媒の創製が注目されています。金クラスターは合成時に配位子で保護することが必要不可欠ですが、配位子は反応物の接近を妨げるため、触媒として応用する際は熱処理により配位子を除去する必要があります。しかし、このプロセスは金クラスターの凝集を引き起こし、サイズ特異的な性質が失われてしまうため、活性が低下する危険性が伴います。したがって、高活性な触媒を創製する上では配位子の脱離過程を理解することが極めて重要です。私は、チオラートという配位子で保護した金クラスターの焼成による配位子脱離過程を追跡し、焼成時における配位子の挙動を明らかにすることに成功しました。さらに得られた知見をもとに、金クラスターの凝集を最大限抑制し

ながら配位子を除去することで、高い活性と安定性を備えた水分解光触媒の創製に成功しました。

### 研究で培った化学の知識を活かして 離乳食開発の道へ

第31回日本MRS年次大会では上記の研究のポスター発表を行いました。オンラインにて開催され、私はブレイクアウトルームというweb上の小部屋で待機し、来場者が入室したら研究内容を説明して質疑応答するという形式でした。研究のメインは配位子の脱離過程の解明でしたが、質問のほとんどは水分解光触媒による活性測定に関するものでした。9月に行われた分子科学討論会では脱離過程に関する質問が多かったので、学会によって着目点が違うのだなと感じました。

根岸研究室では普段から発表練習が頻繁に行われており、また以前に専門家が多く集まる学会を経験していたこともあって、日本MRS年次大会には緊張せずに臨むことができました。学会よりも研究室の発表練習のほうが緊張するかもしれません。ナノテクノロジーを専門としている人ばかりですし、顔見知りなので遠慮なく痛いところを突かれるからです。しかし、そのおかげで新たな視点を心得、研究にフィードバックすることができました。

修了後は離乳食メーカーに就職します。昔から子どもが大好きで託児所でのアルバイトを続けてきました。微細な粒子に関する化学の知識を、離乳食の研究開発に活かしていきたいと思っています。

### 水と可視光から水素を生み出す 光触媒の高活性化についての研究

学部生時代の実験の授業で光触媒に触れて興味をもち、最先端技術であるナノテクノロジーを光触媒に活用すれば世界に貢献できるのではないかと考え、根岸研究室に入りました。論文掲載や学会発表などで多くの学生が国際的に活躍している点も魅力でした。

私は太陽光の多くを占める可視光を使った水分解光触媒について研究しています。現在、脱炭素社会の実現に向け、地球上に無尽蔵に存在する水と太陽光(特に可視光)から水素を製造できる可視光応答水分解光触媒に関心を集めています。その高活性化には、2~10nmの金属ナノ粒子を助触媒として光触媒上に担持することが有効です。しかしながら、従来の助触媒担持法では大きさや電子状態を精密に制御することは困難です。そこで私の研究では、1nm程度にサイズ制御された白金ナノクラスターを、有望な可視光応答水分解光触媒であるグラファイト状窒化炭素光触媒( $g-C_3N_4$ )上に担持させることによって、その高活性化を目指しました。さらにXAFS(X線吸収微細構造)など、高度な解析機器を用いて高活性化におけるメカニズム解明にも取り組みました。

### 研究室の活動を通して 人間として大きく成長できました

第31回日本MRS年次大会は私にとって10回目の学会

発表でした。受賞したのは5回目で、うれしいことに理学研究科における歴代最多の受賞歴となりました。大学院に進んだからには成果を残したいという気持ちがあり、この学会には賞を獲るつもりで臨んでいたのですが、受賞の報せを聞いたときは達成感がありましたね。受賞の要因は、ものを小さくしたり高活性化するだけでなく、高度な解析により電子状態の制御とメカニズム解明につなげることができた点にあるのではないかと思います。

研究室に入ったばかりの頃は専門知識も英語力も足りず研究活動についていくのが大変でした。ですが、研究に打ち込み、発表練習を繰り返した結果、ネガティブデータが出て結果に沿った考察や改善ができるようになりましたし、科学的根拠に基づいて研究内容を文章化する論理的思考力も身に付きました。修士2年次には研究グループのリーダーを務めマネジメント力も向上しました。研究室での活動を通して人間として大きく成長できたと思っています。

今後は半導体製造装置の開発製造を手がける東京エレクトロンの営業職として働きます。営業に求められる「難しい内容を分かりやすく相手に伝える」スキルは、学会発表を通して磨き上げてきました。これから世界の大企業を相手に仕事ができると思うとワクワクしています!



理学研究科の歴代最多となる  
5回目の学会受賞となりました!

第31回  
日本MRS年次大会  
奨励賞

川地 正将さん  
2022年3月  
理学研究科  
化学専攻 修了  
(岐阜県出身)

