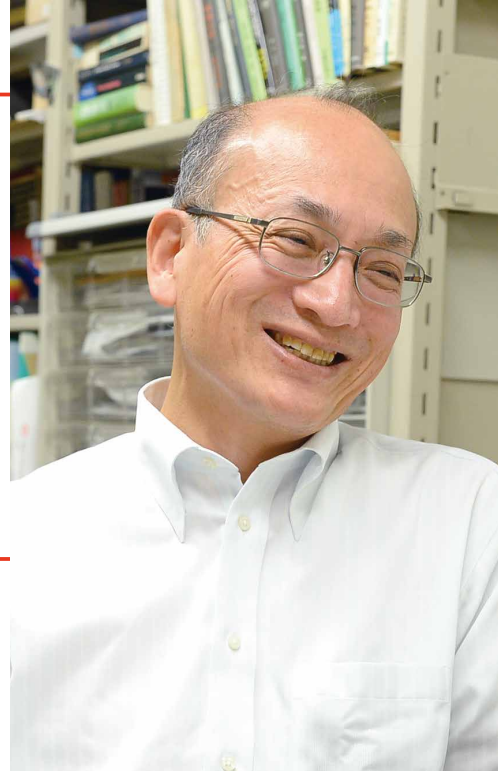


理工学部応用化学科／環境資源工学研究室
化学工学、反応工学、高圧流体物性

船造 俊孝 教授

【プロフィール】船造 俊孝(ふなづくり としたか)▷1953年東京都生まれ。1972年東京都立戸山高等学校卒業。1976年横浜国立大学工学部化学工学科卒業後、同大学院工学研究科修士課程修了。1983年(カナダ)ウォータールー大学大学院博士課程修了。同年横浜国立大学工学部助手。1997年中央大学理工学部助教授を経て、2000年応用化学科教授に就任。著書に『超臨界流体入門』(共著、丸善)『化学技術者のための実用熱力学演習』(共著、化学工業社)など。



時には装置を自作しながら 焦らず真摯に研究に取り組み続け、 「拡散係数の測定」で世界をリードする存在に。

さまざまな研究は、「基礎研究」と「応用研究」に大まかに分けられます。前者は、何らかの製品にすぐに結びつけることを期待せず、理論や技術などを発見していくもの。そして後者は、製品開発につなげることを目的に理論や技術の研究を行うものです。「ここしばらく、近いうちに役立つ可能性が高い応用研究ばかりが重視され、いつ役立つかわからない基礎研究はないがしろにされがちでした。また基礎研究には、ある程度の成果を見るために長い時間と多くの労力を必要とするものも少なくありません。しかし、科学の発展には、どちらも等しく重要なのです」多くの経験を重ねながら双方を手がけてきた船造先生の言葉には、確かな重みがあります。

超臨界二酸化炭素における 拡散係数の充実に、粘り強く取り組む

船造先生は「拡散係数の測定」の第一人者。特に「超臨界二酸化炭素」中のさまざまな物質の拡散係数を測定し、国内外で積極的に発表しています。「拡散とは、物質が広がっていくこと。煙が空気中に広がったり、コーヒーにミルクが広がるといった現象を、多くの人が日常的に目にしていていると思います(下図参照)。この拡散現象は、どんなものの中(溶媒)にどんなもの(溶質)が広がるかや、その時の温度や圧力といった条件で様相が異なります。拡散係数は、それぞれの条件において物質が一定時間にどれくらい広がるのかを定量的に見るためのものです」

では、超臨界二酸化炭素とは何か。先生の説明は続きます。「超臨界二酸化炭素は、超臨界流体の一つ。超臨界流体は臨界点を超えた物質のことで、常温下では気体や液体状である物質も、超臨界状態では気体の拡散性と液体の溶解性を併せ持つようになります」超臨界二酸化炭素中における拡散係数の測定は、自分が研究を始めた1980年代前半、ほとんど行われていなかった、と先生は当時を振り返ります。「気体と液体における拡散係数の測定はある程度進んでいましたし、その拡散現象も解明されていましたが、気体・液体の中間領域に位置する超臨界流体、特に超臨界二酸化炭素については拡

散係数の測定があまり行われておらず、拡散現象に関する理論も構築できない状態でした。拡散係数は、溶媒中における物質の反応の解析や移動量の算出などに用いられる重要な物性値。化学プラントの設計などには不可欠な、社会的にも大きな意義を持つものです。超臨界二酸化炭素における拡散係数のデータを充実させる必要がある、その思いでコツコツ研究を続けていたら、いつの間にか30年以上の時間がたってしまいました」今や私は世界で一番、拡散係数の値を世に出している研究者になっていると思います、と先生は穏やかに笑います。

お話を聞いているととても専門的で高度なテーマに感じられますが、実際には、この研究の成果は私たちの暮らしのいろいろなところで活用されています。例えばカフェインレスコーヒー。これは、超臨界二酸化炭素を用いてコーヒー豆からカフェインを抽出して除外することでつくられます。また、香料をつくる際に花から香り成分を抽出するのにも超臨界二酸化炭素が使われたりします。こうした技術を、先生が世に送り出してきた拡散係数が支えているのです。

幅広い活用が期待できる、 「熱水」を用いた物質の分解

近年、先生が取り組んでいるもう一つの研究が「熱水を用いた多糖およびプラスチックの分解」。これはとてもわかりやすいものです、と先生は解説してくれました。

「キーワードは“熱水”。その名の通り、高温の水です。水は通常の圧力下では100℃で沸騰しますが、圧力を加えた状態だと100℃以上でも液体として存在します。この熱水を用いることで、グルコースやセルロース、フコイダンなどの多糖類、またペットボトルの原料であるポリエチレンテレフタレートやCDに使われているポリカーボネートといった高分子を分解し、資源化することができます。私の研究室では、この分解を行う際にアンモニアやアミンといった塩基性溶媒を加えることでさらに効率



▲物質の拡散のイメージ図。あるポイントに集中していた物質が、時間の経過とともに広がっていく。

を高められることを突き止めています」

熱水を用いることで分離しやすい、と先生。「多糖類は、食品・医薬品などに活用される単糖やオリゴ糖に変換できます。ポリエチレンテレフタレートやポリカーボネートなどの高分子は単分子（モノマー）化し、資源として活用しやすくなることができます。この研究は物質の利用価値を高めるとともに、食品や医薬品、エネルギー、環境など幅広い分野で有効活用できるものです」



▲先生のご著書。超臨界流体から熱力学に関するものまで幅広く発表している。海外で活用されている英語版も。

「装置がないなら自分でつくろう」 紆余曲折の中にも楽しさを見出す

先生が展開する研究のうち「拡散係数の測定」が基礎研究、「熱水を用いた多糖およびプラスチックの分解」が応用研究になります。拡散係数の測定は多くの人から注目が寄せられるような華々しいものではない、と先生は苦笑します。「けれど、拡散係数の充実には絶対に必要なこと。この研究は息長く利用される点も特徴で、私が修士時代に書いた論文が、今でもコンスタントに他の研究者に引用されています」

「拡散係数の測定」の研究には紆余曲折があったそうです。「当初は拡散現象を計測するための装置もありませんでした」その時の状況で何ができるか真剣に考えた、と先生は当時を振り返ります。「それで、装置を自作しました。私の研究では、装置内の圧力や温度を微妙にコントロールすることが重要なのですが、とてもそんな高性能な装置を購入するお金はありませんから自分でつくる。つくった装置を使って実験をしますが、スムーズに進むことはまずないので、装置を少しずつ調整しながら試行錯誤していく。相当な時間と手間がかかりました」苦労自慢をする気はない、苦労なんてしない方が当然いい、と先生はさりと続けます。「ただやはり、こうした経験をしたからこそ得られたものも多々ありますね。実験なんてうまくいかない時がほとんどですが、しかしそこで着実に経験は積んでいる。装置を自作し調整しながら使ったことで、機械の構造を深く理解することもできました。その後、市販の装置を購入しましたが、内部の圧力が変動しやすいなど、自分の研究にはちょっと物足りない部分もあった。でも、その変動を抑えればぐっと良い結果が得られることがわかっていし、質の高い成果を挙げるためにはその精度の高いデータが必要なんです。だから自分で装置の調整ができるようになっていたのは良かったと思います」

どんな仕事にも苦労する面はある、と先生は語ります。「ただ苦しいと受け止めていては単なる苦労でしかありませんが、そこから一歩でも二歩でも進もうとしていくと、同じことでも楽しく感じられる時があります。人から言われてやるのと自分の裁量で取り組むとではやりがいも違います。私もうまく研究が進まない時はありますし、学会発表を控えているのにいい成果が出ない、といった時には切羽詰まった気分になります。



▲拡散現象の計測に使われる装置。超臨界二酸化炭素を入れた状態の内部に物質を注入し、外に出てくるまでどれ位の時間がかったかを調べる。

けれど、そういったことも含めて楽しい。それに、行き詰っている試している時にぱっと解決策を見出したり、ちょっとでも研究が進んでいると気づいた時の充実感は素晴らしいものですよ」この研究ができてラッキーだった、と先生は心底楽しそうな笑顔を浮かべました。

試行錯誤を乗り越え成果を手にする 「成功体験」で大きく成長してほしい

先生が担当する授業は、試験時、教科書の持ち込み可。講義の際にも「式や法則は覚えなくていい」と言うそうですからかなりユニークです。なぜそんな指導方針を採っているのか訊ねると、「社会では、“覚えておかなければならないこと”はあまりないから」という答えが返ってきました。「社会でさまざまな課題に直面した時には、与えられた条件の中でどうするかを考えなければならない場合がほとんどなのではないでしょうか。解決のための手段は調べればわかります。けれど、“解決のために何が必要か”を判断するには、普段から考察力や分析力を磨いておく必要があります。どうすればそれを入手できるか、それをどう活用すればいいかといったことを考えて初めて、手段が意味あるものになるのです」

研究室に所属する学生に対しては、学会発表に挑戦することを勧めているそう。「学部生ではなかなかその機会はありませんし、院生にも強制はしませんが、学会発表を経験すると学生の実力は飛躍的に伸びると感じています。それはテーマとなる研究を“自分のもの”として学生が本気で考えるからだと思います」タイトルや要旨のまとめはもちろん、質疑応答の時間もあるため、準備に取り組む学生の真剣さはそれまでとは比べものにならないほど。発表して思うような評価や成果が得られなくてもいい、と先生は言います。「なぜなら、何がいけなかったのかを学生がとことん考える機会になるから。そして次は同じ失敗をしないように意識する。このサイクルが学生を着実に成長させます」

学部生については、卒業論文を作成する中で同様に成長していく様子を目にする、と先生は続けます。「作成過程の所要所で発表の機会を設けますが、その時に私は、ここに食い違いが見られるとか、この要素が足りない、といった指摘をします。それを受け流さず真剣に受け止めて、解消に取り組む学生はやはり伸びます」研究に真剣に向き合う、先生はこれを「学生時代における成功体験の一つ」と言います。「試行錯誤する苦労から逃げずに取り組んで、実験で成果を出す。それから、その成果を人に伝えるようにまとめてプレゼンテーションする。こういう体験を学生時代のうちに味わうことが大切なのです。その内容を誰かから褒められれば、大きな自信も育めます」学生時代の専攻を就職後も続けるケースはあまりないだろうけれど、こうした体験から得た考察力や粘り強さ、そして自分を信じる力はどんな分野でも支えになる、と先生は語ります。「学生時代は失敗や苦労を恐れず、学びや研究に打ち込んでほしい。私の研究室の扉を叩いた時にはそれほどなかった人が、研究に真剣に取り組んだ結果、実力を伸ばして大化けする。その様子を目の当たりにするのは教育者冥利に尽きます」

Message ~受験生に向けて~

受験勉強は苦しいし、何の役に立つかわからないものもあって取り組みながらいろいろな葛藤があることと思います。高校時代までに皆さんが培っているのは基礎学力。これは、新しい分野に挑戦する時に土台となってくれるものです。その分野に絡む知識がちょっとでもあれば、「やってみようかな」と前向きにスタートを切ることもできるでしょう。自分の可能性を広げるチャンスが目の前に来た時、それを活かせる力を育むために、ぜひ、今、がんばっていただきたいと思います。