

理工学部精密機械工学科／計算材料力学研究室
機械材料、材料力学

辻 知章 教授

【プロフィール】 辻 知章（つじ ともあき）▷ 1959年、神奈川県生まれ。1977年、神奈川県立多摩高等学校卒。1981年、東京工業大学工学部機械工学科卒。1983年、東京工業大学大学院理工学研究科機械工学修士課程修了。1986年、同大学院理工学研究科博士後期課程修了。静岡大学工学部機械工学科助教授を経て、2003年より中央大学理工学部教授、現在に至る。著書に『なっとくする材料力学』（講談社）、『基礎弾性力学』（日新出版、共著）など。



安全性に関わる責任感を胸に、 音や光を活用した 衝撃力同定や荷重測定の手法確立を目指す

どんな物体も、過剰な力を受ければ壊れます。それがどの位の、どのような力の作用を受ければ壊れるのかは物体ごとに異なりますが、その情報は機械の製作や建物・構造物の整備など、さまざまなシーンで非常に重要な要素となります。辻先生が取り組んでいるのは、材料（物体）が壊れる仕組みの解明。先生はさまざまな手法でそのメカニズムに迫っています。しかし、対象は実に幅広く、また正確性が精密に問われるテーマのため、そう簡単に研究は進まない、と先生は笑います。「だからこそやりがいがある。“この問題はどうか解決すればいいだろう” “次はこうアプローチしてみよう” と考えているとワクワクします」気さくに語る先生にお話を伺いました。

数千ポイントから音を集め、 衝撃力の実態を割り出す

先生の専門分野は機械材料や材料力学。その中で、機械や構造物などの材料（物体）がどのようなメカニズムで壊れるのかを研究しています。「物体がどのように壊れるかは、材質や大きさ、形状などによって細かに変動するため、簡単には突き止められない難題でもあります」と先生は語ります。

では、具体的にどうやって材料が壊れる仕組みをとらえようとしているのでしょうか。その問いに、「対象物に接触せず、音と光を使って力を同定・測定する」と予想していなかった答えが返ってきました。「まず音についてお話します。音とは、物体が衝撃を受けたことにより生じる“放射音”のことです。衝撃は物体の破損に関わる重要な現象ですが、破損に至るまでに実際どのくらいの力を受けたのかを対象物から直接測定するのは現実的には難しい。そこで放射音に着目し、それに力の大きさや衝撃を受けた位置などに関する情報が

含まれていないかを研究していきま

した」放射音の測定にはマイクを使い、より正確な計測を行うために数千ポイントで集音しているそうです。「もちろんそれだけの数のマイクを揃えるのは大変ですから、一定

数のマイクを用意して、位置をずらしながら計測しています」多くのマイクを並べるのも大変ですが、マイクの位置を少しずつ変えながら集音をしていくのも根気の要りそうな作業です。しかしこうした粘り強い取り組みによって研究の成果が次第に表れてきた、と先生の話は続きます。「解析を重ねた結果、放射音に含まれる情報によって物体のどの位置にどの程度の力が加わったのか、ある程度の精度で同定できる見通しが立ってきました。今後はどれくらいの密度でマイクを設置すれば正確に測定できるのかを追究していきたい。それが判明すれば、音による衝撃力の測定装置を開発することもできるのではないかと考えています」

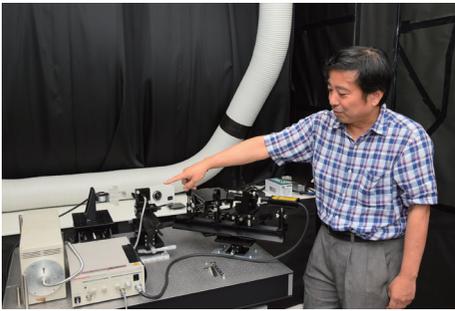
「10億・1兆分の1」の単位の 光をキャッチし荷重を計測

それでは、もう一つの手法である“光”についてはどうなのでしょう。「これについては、“蛍光現象”を利用して物体に加わる力を求める方法を研究しています」と先生。蛍光現象とは、物体が外部から受けたエネルギーを光として放出するものこと。蛍光の強さは時間の経過とともに弱まりますが、荷重が加わるとその速度が変化するとされています。「そこで、蛍光を生じている物体に荷重を加え、蛍光が弱まる速度の変化を計測していけば、物体に加わる力を求めることができるのではないかと考えました」

しかし、ストーリーは単純だけれどこれもなかなかうまく行かない、と先生は苦笑いします。「まず、蛍光現象は、ナノ秒（10億分の1秒）やピコ秒（1兆分の1秒）単位の時間しか光りません。さらに、光がとても微弱。わずかな時間でごく弱い光をしっかりと感



◀材料力学について楽しく解説した先生の著書。「材料力学に興味があった」という読者からの声も寄せられたそう。



▲先生の研究室に設置された暗室。ここで外部からの光を遮断して、光を使った荷重の測定実験を行っている。

知し、計測する技術を確認しなければならないのです」一方で、この方法には多くのメリットがある、とも先生は言います。「短い時間、そしてレーザーの当たる小さな面積だけで計測が可能です。また、測定器を対象物に貼りつける必要がないので配線処理の時間や断線による故障のリスクがなく、実用化されれば利用者にとってかなり使いやすい測定法になると考えています」

実はこの光を使ったアイデアは20年以上前に思いついたとのこと。次々に課題が出てきて思うようには進まないけれど、「実現すれば多くの人に役立つ」イメージがあるから続けている、と先生は笑います。「僕は飽きっぽくて、先が見えてくると研究をする必要を感じなくなってしまふんです。ですから今取り組んでいる研究は、10年20年、場合によっては30年近く続けているものがほとんど。なかなか成果が出ない研究ほど面白さを感じますね」

多くの研究者が諦めた テーマにも粘り強く取り組む

“材料が壊れる仕組みの解明”とは少し異なりますが、根気のよい先生の気質が感じられる研究として“木材の弾性係数(変形に関する係数)を割り出す”というものもあります。「これも、木材を機械部品の一部に利用できないか、という発想がスタートになりました。木材は、植林を行えば半永久的に供給できる資源になります。また植物は二酸化炭素を取り込む性質がありますから、植林には地球温暖化を抑制する効果も期待できます。しかし、木材は柔らかい部分と硬い部分が複雑に積み重なって構成されており、木の種類や部位などによって構造も異なるため、用途が限られてしまう。そこで木材の硬さの分布を精密に把握できるよう、この研究を始めたのです」

始めて10年近くになるがまだ成果は出ない、と先生は言います。「私の周りでも木材の研究に着手した人が何人かいましたが、多くがやめてしまいました。個々に条件が違うので、法則やルールを打ち立てることがとても難しいのです」しかし先生自身は、少しずつではあるものの手応えを感じているそうです。

「この係数を確立できれば、木材をもっと幅広く利用できるようになるでしょう。それだけではなく、近年、台風などによる倒木が問題になっていますが、木の挙動を計測し、この木は風力いくつ以上で倒れるリスクがある、といった予測も可能になるかもしれません」材料力学というフィールドの中で研究テーマと粘り強く向き合う先生の頭の中では、たくさんの夢が描かれているようです。

慎重さと洞察力、 安全性への意識を育んでほしい

先生の研究は、多くが実験を基盤とするものです。実験にはもち

ろん、研究室に所属する学生も参加します。そこで先生が最も大切にしているのは“情報の共有”だそうです。「ノーベル賞を取るような大発見や発明も、そこに至るまでに数え切れないほどの失敗を重ねているものです。過程で起こる失敗は失敗ではない、と言ってもいい。ですからうまく行かなかったと感じたとしても、こういった条件で実験をしたらこのような結果が出た、とデータを皆と共有するよう指導しています」

むしろ、大成功だったという時ほど結果を疑った方がいい、と先生は笑います。「条件や計算値を誤っている場合がままあります。実験はそんなにスムーズに進むものではありません。今は測定や計算にコンピュータを使うので、仕上がったグラフやデータは整っていて説得力のあるものに見えることも多い。それで予測通りの結果が出るとつい信じ込んでしまうのですが、本当に正しいものなのか、いろいろな角度から徹底的に検証する姿勢を身に付けてほしいですね」

また先生は、安全性に対する意識もしっかりと持ってほしい、と言います。「この分野の実験には常に危険が伴います。例えば物体に荷重を加える実験では、加減を間違えると物体が圧縮されて粉々になり、破片が飛び散ることもある。ですから、実験の際は装置から異音がしていないか、対象物に変化が生じているか、といった注意を怠らないよう伝えています」

そもそも実験をしても十分に観察をせず、コンピュータがはじき出す結果だけを見ては意味がない、と先生は続けます。「データは出たものの装置に不具合があった、ということだって起こり得る。また、様子を見ていなければ事故の兆しに気づくこともできません。ただ結果を鵜呑みにするのではなく、そこに至るまでの現象も含めて解釈しようとする目や慎重さを養ってほしいのです」

工学の幅広い分野で基盤となっている材料力学は、安全に大きく関わるもの。時に人命を左右することさえある、それほど責任ある分野に携わっているという意識を、学生時代に育んでほしい。そう語る先生の表情は、穏やかながら引き締まっていました。



◀現在、先生の研究室には学部生8名、院生6名が在籍。精密機器をはじめ各分野のメーカーに就職する卒業生が多いとのこと。

Message ~受験生に向けて~

機械工学や材料力学に関心のある皆さんには、今からぜひ“観察すること”を意識していただきたいと思います。身の回りの自然に始まり、機械の動きや建築物の構造などを観察し、疑問を抱くことと気づきを大切にしてください。そうした経験の積み重ねが感性を伸ばし、磨いていきます。それは専門分野に進んだ時、皆さんの大きな財産となるでしょう。