



アントンパールの装置を使用した 高分子の結晶化研究

関連：化学工業



→ 高分子材料

木田拓充博士は滋賀県立大学の講師です。
アントンパールの装置を使用した高分子の結晶化、
特に結晶性高分子の分析について、お話を伺いました。

簡単に自己紹介をお願いします。

滋賀県立大学工学部の木田拓充と申します。2023年4月に着任し、それまでは北陸先端科学技術大学院大学に勤務していました。主に高分子物理学や高分子材料のレオロジーを研究しており、高分子の力学物性を主な研究テーマとしています。

工学部では現在どのような研究をされているのでしょうか？

優れた新素材を開発するために、高分子や高分子材料のレオロジーや引張挙動といった非常に基礎的な部分を研究しています。ポリエチレンやポリプロピレンといったさまざまな種類の高分子、また新しい高分子も使用して、化学構造と力学物性との関係について新しい理論を構築しようとしています。

なぜそれが重要なのでしょうか？

実社会での応用やメリットとのつながりを教えていただけますか？

私たちは日常生活において実にさまざまな種類の高分子を使っています。ポリエチレンやポリプロピレンは、私たちが毎日使うものに広く利用されています。ポリエチレンを繊維として使用することもあります。このような高分子のレオロジー特性や力学物性を制御することは非常に困難です。こうした高分子は非常に複雑な構造をしているためです。たとえば、ポリエチレンには結晶構造があり、その結晶化度や結晶配向度は高分子の力学物性に強く影響します。したがって、高分子は基本的には非常に単純な構造であるにもかかわらず、その力学物性を制御することは非常に難しいのです。特に、プラスチックのリサイクルは高分子材料にとって非常に重要な課題です。質の高いリサイクルを確保するには、高分子の構造を制御することが不可欠になります。



→ MCR EvolutionとCora 5001

「レオ・ラマンの
組み合わせは
それ自体が
非常にユニーク
です。他の装置では
このような結果は
得られないので、
これが最も重要な点
ですね」

木田拓充博士
滋賀県立大学講師

アントンパールの装置は何をお使いですか？

MCRモジュラーコンパクトレオメータとCoraラマン分光装置です。

具体的にどういったことに使用されていますか？

レオメータは、さまざまな条件下で高分子の基本的なレオロジー特性を測定するために使用しています。高分子の結晶化挙動を調べる場合、レオメータには過剰な負荷がかかることがあります。アントンパールのレオメータは応力を効率的に制御するため、装置の故障を心配する必要がありません。これは非常に重要な点です。また、アントンパールのレオメータのソフトウェアは、測定条件の制御に優れています。

アントンパールのレオメータにはラマン分光装置を簡単に組み合わせることができるのですが、これが私にとっては非常に重要な点になります。もちろん、それぞれの装置を個別に使用してレオロジー特性とラマンスペクトルを得ることもできますが、同時に測定することで新たな可能性が生まれます。個別に測定する場合は、温度やサンプルの変形挙動などを制御することは非常に困難です。ですから、レオロジー測定とラマン分光測定を同時にできれば、すばらしい結果が得られるのです。

アントンパールの装置によってどのような課題に取り組めるのでしょうか？最も期待されていることは、ラマン分光装置とレオメータを組み合わせることです。レオ・オブティカル測定が可能になることです。レオ・オブティカルとは、振動分光法と機械的試験の組み合わせを意味します。私たちは、IR分光装置と引張試験機、ラマン分光装置と引張試験機など、さまざまなレオ・オブティカル測定を開発してきました。しかし、通常、レオメータとラマン分光装置の組み合わせは非常に難しいものです。研究室の場合、自分たちで開発することはできませんが、幸いにもアントンパールがラマン分光装置とレオメータの組み合わせを開発してくれました。この組み合わせのおかげで、私たちは温度を正確に制御し、記録的な速さですばらしい結果を得ることができています。

「アントンパールの
レオメータの
ソフトウェアは
優れています。
使いやすく、
測定条件を
制御できます」

木田拓充博士、滋賀県立大学講師



→ 木田拓充博士、滋賀県立大学講師

この測定手法は、ご自身の研究にどのようなメリットをもたらしますか？
ラマン分光装置とレオメータを組み合わせたレオ・ラマン分光装置を使用すれば、2種類のデータを得ることができます。ひとつは高分子の巨視的挙動、もうひとつは高分子の微視的情報です。私たちはこの装置を高分子の結晶化に利用しました。この場合、高分子には超分子構造があります。超分子構造のサイズはナノメートルからマイクロメートルまでと非常に幅広いので、このような広い長さ範囲にわたって結果を得るには、レオメータとラマン分光装置を同時に使って測定する必要があります。こうすることにより、結晶化の過程で完璧な結果が得られます。この装置を使えば、高分子の結晶化のメカニズムを深く理解することができるのです。また、高分子はさまざまな温度やせん断流条件下で固体化するため、この結晶化に関する理解は高分子加工において非常に重要になります。さまざまな条件下での結晶化挙動を理解することは、優れた材料特性を得る上で非常に重要なことです。レオ・ラマン分光法は、記録的な速さで非常に優れた結果を同時に提供してくれます。

他にはどのようなメリットがあると思いますか？

アントンパールのラマン分光装置は、さまざまな用途に合わせて調整できるため、他の装置と組み合わせることもできます。柔軟性が高いので、引張試験機などの力学試験と組み合わせることができます。

先ほど、レオメータとラマン分光装置を組み合わせたこのユニークな装置の重要性についてお話をいただきました。

この装置の主なメリットは何でしょうか？

信頼性が最も重要なポイントだと思います。レオメータとラマン分光装置を使って別々に測定すると、温度履歴と変形履歴がまったく異なったものになってしまいます。アントンパールのレオ・ラマン分光装置は同時に測定を実行するため、私たちは結果を完全に信頼することができます。これは論文を発表する際に大きなアドバンテージとなります。私たちが測定結果を発表した際、査読者からはすばらしいコメントをいただきました。

お話をいただいた堅牢性と安全性について、追加でお伺いします。

私の理解が正しければ、アントンパールの装置は、知識とスキルの向上に励んだり、トレーニング中の若い研究者の方々にも非常に適しているということでしょうか？

はい。高分子材料の場合、測定中に高分子が非常に高い応力値を示すことがあります。ひずみ制御式のレオメータを使用しているとレオメータが完全に壊れてしまい、多額の費用が発生することがあります。しかし、アントンパールのレオメータは応力を非常に効果的に制御します。変形をかけすぎたり、サンプルに過剰な応力がかかった際に、レオメータが自動的に停止するのです。これは若い研究者や学生にとって非常に優れた点だと思います。

アントンパールはサービスが非常に優れていることで定評があります。ご自身とアントンパールや装置との関係についてはどのようにお考えですか？

アントンパールのスタッフはいつもとても親切で、ラマン分光装置やレオメータのソフトウェアアップデートや、新しい装置について、たくさんの情報を提供してくれます。

アントンパールとの関係にご満足いただけていますか？

通常、新しい装置を購入しても、他社の場合は多くの関係がそこで終わってしまいます。しかし、アントンパールの場合は、新しい装置を購入した後も、新しい技術や他の補完的な装置、使い方に関するアドバイスを提供してくれます。国内外の会議に出席する際は、アントンパールのスタッフによるプレゼンをいくつか聴くことが多いのですが、いつも非常に参考になります。

詳細はこちら



[www.anton-paar.com/
css-raman-setup](http://www.anton-paar.com/css-raman-setup)

装置 : Cora 5001、MCR 102e

測定パラメーター レオロジー測定中のラマンスペクトルの変化、
化学的機能性と微細構造における変化

サンプル 高分子材料

温度範囲 -20～+300 °C