

早稲田大学 理工学術院／ナノ・ライフ創新研究機構
朝日透 教授

専門分野はキラル科学、結晶光学、生物物性科学。固体における「キラル光学的性質」の測定法を新たに開発し、キラル光学的研究のパイオニアとして国内外の著名な研究者との共同研究を推進する。温度依存性に加え、波長の変化でもキラル光学的性質の測定を可能とした装置「Generalized High Accuracy Universal Polarimeter (G-HAUP)」を開発し、その功績が認められ「Molecular Chirality Award」を受賞(2016年度)。



キラルな性質をもつサリドマイドの構造を解明する

私はもともと応用物理学科出身ですが、若い頃は数年ごとに所属や研究テーマが変わり、現在はいくつかの基礎研究をベースにしながらか、さまざまな応用研究にも取り組んでいます。特に生命医科学、材料科学の分野の進展に貢献したいと考えています。

まずは薬。薬に含まれる化合物の性質を解明することは、安心・安全面からみてもとても重要なことです。私たちの研究グループでは、「キラリティ」の観点から、薬の研究を展開しています。キラリティとは、実像と鏡像が重なり合わない性質のことです。右手と左手の関係や右回りと左回りの螺旋をイメージしてもらおうとわかりやすいかもしれません。

こうしたキラルな構造をもつ薬はキラルドラッグと呼ばれ、その重ならない構造により異なる性質を示すケースがみられる時があります。そこで、私たちはこうした性質を示す薬の一つである「サリドマイド」という薬の研究に取り組んでいます。「サリドマイド」という薬を聞いたことがある人はいるかもしれませんが、「サリドマイド」を服薬した妊婦から生まれた胎児に奇形が見られ、使用が禁止されました。今でこそ多発性骨髄腫やハンセン病の治療に効果があると言われてはいますが、その作用機序はまだ完全にはわかっていません。一方、最近になって、「セレブロン」というタンパク質が「サリドマイド」と結合して催奇形性が現れることが分かりました。私たちは「サリドマイド」の構造や、「セレブロン」と「サリドマイド」との関係性について澤村直哉准教授とともに研究に取り組んでいます。

「キラリティ」の測定法を新たに開発し、世界のトップに

嬉しいことに、「Molecular Chirality Asia 2016」で「Molecular Chirality Award」を受賞することができました。これは、「Gene-

ralized High Accuracy Universal Polarimeter (G-HAUP) 」の装置の開発とキラリティの研究分野への貢献・功績が認められてのことです。

この「G-HAUP」は、私の恩師・小林先生が開発した「HAUP」を改良したのですが、「HAUP」は固体における旋光性と直接複屈折の温度依存性を測定することを可能とした装置でした。温度変化により物質が構造相転移し、結晶の対称性が変化する現象の精密解析に応用できたことで充実感は得られましたが、私はそれだけでは満足ができませんでした。キラリティには私の心をゆさぶる何かがあったのでしょうか。そこで「HAUP」を改良して「G-HAUP」を開発。おかげで固体におけるキラル光学的性質の波長依存性も全自動で測定できるようになりました。気づいたらキラル光学的性質の測定法の開発では世界のトップレベルになっていて、とても名誉なことに、国内外の著名な研究者から共同研究がもちかけられるようになりました。現在はこの「G-HAUP」を使って、ビスマス系銅酸化物超伝導体の対称性の破



固体のキラル光学的性質の測定が可能な光学測定装置、
一般型高精度万能旋光計 (G-HAUP)

れに関する研究、2回らせんをもつ有機結晶の絶対構造と旋光性の関係の解明、そして既存の測定装置では測定不可な光軸に垂直な方向のファラデー回転の測定に取り組んでいます。

さらに、小島秀子客員教授とともにフォトメカニカル現象を示す新規結晶材料の開発など、さまざまな研究に取り組んでいます。また、澤村直哉准教授とともにアルツハイマー病と関わり深いタンパク質である「アミロイドβ」の凝集メカニズムの解明を目指す研究にも取り組んでいます。

[Molecular Chirality Award] 受賞理由

左右円偏光に対する屈折率の差である旋光性や吸収率の差である円二色性といった「キラル光学的性質」は、それぞれ1811年、1869年にArago, Cottonによって発見されたが、(1) 空間反転対称性の破れに起因した分子や結晶構造の不斉(キラリティ)や、(2) 原子のミクロな位置(空間分散)を反映した現象である。これらの測定は、有機・無機物質の研究に広く重用されている。一方、旋光性の発見以来170年を経ても、固体状態一般におけるキラル光学的性質の正確な測定はその重要性にも関わらず困難であった。これは、キラル光学的性質に比べ100-1000倍ほど大きな直線複屈折や直線二色性といった「光学的異方性」により、キラル光学的性質を光学的異方性から分離することができなかつたためである。このため、固体状態におけるキラル光学的性質の測定は、ガラスなどの等方性媒質や、結晶などの異方性媒質では、光学的異方性が発現しない光軸方向のみに限られていた。

このような中で、小林教授により、透明な異方性媒質における旋光性と直線複屈折の同時測定が可能な測定原理及び「高精度万能旋光計」(High Accuracy Universal Polarimeter:HAUP, ハウプ)と呼ばれる光学測定装置が開発された。その後、朝日教授らがHAUPの測定原理を吸収を持つ異方性媒質にまで拡張し、旋光性や直線複屈折に加え、円二色性及び直線二色性の同時測定も可能となった。朝日教授らはさらに、旋光性、円二色性、直線複屈折、直線二色性の温度依存性に加え、それぞれの波長依存性も全自動測定出来る「一般型HAUP」(Generalized-HAUP:G-HAUP)を構築し、紫外可視領域における分光測定を可能とした。朝日教授らはG-HAUPを、強誘電体、アミノ酸・タンパク質などの生体分子結晶、バイオマテリアル、キラルな有機・無機結晶など、種々の物質に応用、これまでの光学測定法では得られない重要な知見を明らかにした。

幅広いフィールド研究から培った経験と知識こそ私の武器

私はこれまでに応用物理から材料科学、及び生命医科学と研究分野を広げながら、様々な基礎研究に携わってきました。私の研究業績

はひとつのジャンルに固定しておらず、むしろバラバラ。もしかしたら、ひとつの分野に絞って研究を進めるほうが研究者としての評価は高いのかもしれませんが。しかし、たとえそうだとしても、さまざまな研究に関わることができたおかげで知識の引き出しが増え、柔軟に物事を捉えられるようになりました。事実、新たな研究に取り組む時や、壁にぶつかるたびに助けられています。これからも基本スタンスは変えずに、少しでも多くの研究に取り組みながら知見を深めていきたい。そして、積極的に産学共同研究に関わり、知識や経験を社会に還元していきたいと考えています。



代表論文

- 1) Model of complex chiral drug metabolic systems and numerical simulation of the remaining chirality toward analysis of dynamical pharmacological activity
Yoshiyuki Ogino, Toru Asahi, J. Theor. Biol., 373, 117-131(2015).
- 2) A high-accuracy universal polarimeter study of optical anisotropy and optical activity in laminated collagen membranes
Kenta Nakagawa, Heather Harper-Lovelady, Yuji Tanaka, Masahito Tanaka, Masayuki Yamato, Toru Asahi, Chem. Commun., 50, 15086-15089(2014).
- 3) Quantitative analysis with advanced compensated polarized light microscopy on wavelength dependence of linear birefringence of single crystals causing arthritis
Akifumi Takanabe, Masahito Tanaka, Atsuo Taniguchi, Hisashi Yamanaka and Toru Asahi, J. Phys. Appl. Phys., 47, 285402(2014).
- 4) Absolute chirality of the γ -polymorph of glycine: correlation of the absolute structure with the optical rotation
K. Ishikawa, M. Tanaka, T. Suzuki, A. Sekine, T. Kawasaki, K. Soai, M. Shiro, M. Lahav, T. Asahi, Chem. Commun., 48, 6031-6033(2012).
- 5) An application of the advanced high-accuracy universal polarimeter to the chiroptical measurement of an intercalated compound K4Nb6O17 with high anisotropy
M. Tanaka, N. Nakamura, H. Koshima, T. Asahi, J. Phys. Appl. Phys., 45, 175303-175311(2012).