

## 日々勉強

京都大学化学研究所

日本学術振興会特別研究員 (PD)

井原 梨恵

### Rome wasn't built in a day

**Rie IHARA**

*Institute for Chemical Research, Kyoto University*

*Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Science*

#### ガラスとの出会い

今思い返せば小さいころからガラス細工の置物が大好きで、よく両親にねだっては集めていた記憶がある。幼稚園の頃からエレクトーンを習っていたが、その先生がガラス細工の人形集めが趣味らしくレッスン部屋の壁一面の棚がガラス細工の人形で埋め尽くされていた。それに影響されてか私も気に入ったガラス細工があれば集めるようになっていた。

私は高専（新居浜工業高等専門学校 材料工学科）の出身である。私が在籍していた材料工学科は、以前は金属工学科と呼ばれ、その名の通り各研究室も金属に関する設計加工、破壊、組織学、鋳物 etc…の研究が主であった（実際、学生実験では設計→鋳込み→加工→破壊試験など大変々しい実験をしていた）。金属以外といえば高分子の研究室が一つ、ガラスの研究室

が2つあった。その中で高専時代の恩師にあたる新田敦己准教授の人柄とガラスという繊細な響きに憧れ当時の研究室を選んだ。実際はガラスという繊細な名前と裏腹に、高温の溶融炉を用いて融液と格闘する日々であった。高専時代の卒業研究では、鉛系に変わる新しい封着用低融点ガラスの組成開発やそれらの耐水性に関する研究を行っていた。

#### 長岡での博士課程時代

高専を卒業してからは長岡技術科学大学 材料工学科の3年次に編入した。小松高行教授の元で修士課程、博士後期課程と進学し、ガラスの結晶化に関する研究を行っていた。

長岡ではレーザーを用いた局所加熱によるガラスの結晶化に関する研究で学位を取得した。自己紹介代わりに博士課程時代の研究内容を少しお話したいと思う。

結晶化ガラスは建築材料、耐熱材料、最近は光学材料として我々の生活の中に入り込んでいる。私は結晶化ガラスを光学デバイスへ応用することを試みていた。高い機能を持つ結晶を高

い配向性（目標は単結晶）を持たせつつライン状に析出させ、その部分を光導波路として使用しようという研究を行っていた。通常、結晶化ガラスには2つの形態があり、ガラスの全体が結晶化する体積結晶化とガラスの表面のみが結晶化する表面結晶化の2つに分けられる。電気炉を用いて均一加熱を行う手法では前述のどちらかしか作ることができない。そこで、ある種の希土類イオンを含むガラスにレーザーを集光照射し位置選択的に結晶化を誘起させるということを行っていた。

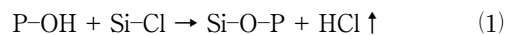
$\text{Sm}^{3+}$ や $\text{Dy}^{3+}$ を含有したガラスにcw Nd:YAG レーザーの基本波 ( $\lambda=1064 \text{ nm}$ ) を照射すると、光は希土類イオンの  $f-f$  遷移によって吸収される。そして励起された希土類イオンが非輻射遷移する際に生じる熱を利用し、局所的な構造変化を起こさせる。これにより位置選択的にガラスを結晶化させることができる。ガラスの利点としてガラス系や組成に大きな自由度を持たせられるということが挙げられる。そこで、結晶化した際に強誘電性／光非線形をもつ光学結晶が析出するよな組成を考えガラスを作製していた。

本研究で非常に興味深いのは、レーザー照射によって形成される特異な結晶成長である。電気炉で行う熱処理とは比較にならないほどの速い結晶成長および高い配向性を示し、さらにはレーザーの走査方向によりライン状に成長する結晶で曲線を描くことができるということである。光非線形性や強誘電性を示す結晶ラインを光スイッチ等の光制御デバイスに展開するには直線状に結晶ラインだけではなく曲線状の結晶ラインをガラスに形成する必要があるが、結晶の形状を自由に制御できることは非常に都合が良い。加えて、私が研究に用いていたピスマスホウ酸塩系ガラスは、ガラス相と結晶相の屈折率差が非常に大きく、ニオブ酸リチウムを用いたTi拡散光導波路と比べて $\Delta n$ が2桁近く大きい。そのため光導波路として使用する際は光の閉じ込め効果が大きく、結晶ラインの曲率を小

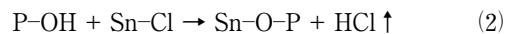
さくできる。学生時代には、光導波路としての形状作製（Y字分岐など）や光導波の確認までできたが、その後の電極付けによる光スイッチングまで至らなかったのがとても心残りである。後輩の学生達に期待したい。

## 長岡から京都へ

2007年3月に学位取得後の今春から日本学術振興会のポスドクとして横尾俊信教授の下でお世話になっている。長岡から京都に移った春の京都は桜が咲き誇り大変美しかった。横尾研究室では「sol-gel法」や「無水酸塩基反応」といったソフトマテリアルの手法を利用した有機-無機ハイブリッド低融点ガラスの研究が行われている。初めて無水酸塩基法によりガラスを作製したとき、高温で熔融する酸化物ガラスとは異なりピーカーでガラスを作るということに大変新鮮な驚きを覚えた。無水酸塩基法では、原料の直接混合することにより無溶媒、高収率でガラスを直接合成できる。この手法では、リン酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ )、ジアルキルシラン ( $\text{R}_n\text{SiCl}_{4-n}$ )、 $\text{SnCl}_2$  等を出発原料として用い、300度以下の温度でチッ素雰囲気中、攪拌しながら反応を行う。この間、無水酸塩基反応



により Si-O-P 結合、



により Sn-O-P 結合が形成されることになる。これらの結合の組み合わせにより0次元～3次元までのネットワークを構築することが可能である。横尾研究室ではこれまで以上にガラスを「設計する」という考え方を学んでいる。また、本手法は低温熔融が可能であることから有機色素の含有も容易であり、光学材料としての応用も検討されている。

私は現在有機-無機ハイブリッド低融点ガラスの耐水性を向上させる為に、ガラスの組成や新しい反応機構についての研究を行っている。学生時代に培ったガラスの知識に加え、横尾研究室で合成についての新たな知見を学びガラス

の可能性を追求していきたい。

### おわりに

学位を取得してから一番大きく変わったことといえば、心構えと時間の使い方だと思う。学生時代を振り返るとやり残したこともあり、もう少し頑張ればよかったと思うところがあるが、新たな地に移った現在は同じ思いをしないよう心掛けている。

最後になるが、私は多くの人に恵まれたと思っている。ここまで導いて下さった先生方を始め、切磋琢磨できる先輩方や同期達がいてくれ

たおかげだと思う。また、学会先で出会った先生方や学生達との出会いもとても大きい。この執筆の機会を与えてくださった京都大学の徳田陽明先生と始めて出会ったのも、私が修士1年で参加したガラス部会若手セミナーである。この機会を与えてくださったことを感謝すると共に、皆様にあらためてお礼申し上げたい。

最近は収集癖も落ち着いてきたが、唯一つだけ欲しいものがある。それは、ほかしが入った金赤の切子である。これぞ！というモノを知っている方がいればぜひ一声おかけ頂きたい。