

日本のガラス研究に影響を与えた海外の研究者 その1

Prof. Minoru Tomozawa

野上 正行

本コラムは、交流を通して我が国のガラス研究に貢献された海外研究者の紹介というような内容にと依頼された。海外とりわけ欧米での留学体験や研究動向などに関する記事が、かつての学会誌の常設記事として取り扱われた時代はともかく、情報ユビキタス社会の中にあって昼夜かまわず情報洪水の中に生きている現代人には、その存在価値が無くなったように思われる。そこを敢て企画し旨くいけば次号以降もと目論んでいる編集子の意に適うか心許ない限りであるし、私の狭い目を通しての昔話しか書けず、どれだけ真意を伝えられるか自信はないがお許し頂きたい。

Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) の Prof. M. Tomozawa (友沢稔氏と記載させていただく。写真) のことを書かせていただく。後にも触れるが、ガラス研究で海外生活を送った日本人のうち、友沢氏の薫陶を受けた人の数が最も多いのではないか。日本人としての親しみもあろうが、それ以上に学識の深さや研究に懸ける意気込みに感銘を受けてのことによるものであろう。

友沢氏は大学を卒業(1961年)し企業に勤務された後、フルブライト奨学金の支援を得て米国ペンシルバニア大学に留学し1968年に同大学の金属・材料科学で学位を取得されている。1969年にRPIに移られて以来、四十数年にわたり材料学科の教授として研究教育に当た

られている。RPIはNew York市からハドソン川を北へ遡ること約200km地点に在る。1821年の創立で、ハドソン川水運を利用した近代産業化に貢献してきた歴史ある大学で、日本の鉄道技術分野もその恩恵を受けてきたと聞いている。ガラス研究に関しての私の記憶では、J. D. Mackenzie教授もUCLAに移るまでRPIで教鞭をとっておられるし、その時代には作花済夫氏も留学されている。友沢氏と同時代にはR. H. DoremusやC. T. Moynihan教授らも活躍しておられ、ガラス研究の拠点としてRPIの名前を高められている。

RPIでの友沢氏の初期の研究は、ガラスの電気的な性質や分相と結晶化に関するものであったと記憶している。それらはいずれも当時のトピックスであり、多くの研究者がしのぎを削って成果を競っていた。その中で氏は分相現象のカイネテイクスを明らかにするとともに、種々の性質におよぼす分相の影響を詳細に調べている。このような業績に対して、1983年には米国セラミックス学会のフェローに、また日本セラミックス協会よりセラミックス学術賞を受けておられる。その後もガラス研究の本道を歩み、George W. Morey賞など数多くの賞を受けている。

友沢氏の今までの研究テーマで、御自身に挙げていただいたものを表1に示しておく。それらの中で、彼自身ライフワークと言っておられるのが「ガラスと水」に関する研究である。高温で作られるガラスにも多くの水が残っていることが古くから知られていたが科学的な検討には至っていなかった。僅かにH. Scholzeは水



友沢氏が所属する材料学科が入っている建物

の存在状態はガラス構成イオンの結合に応じて変わると報告しているが、多分に定性的な取り扱いに過ぎなかった。友沢氏は1970年代の終わりにこの研究に本格的に着手されている。ポスドクとしてこのテーマに最初に取り組まれたのが高田雅介氏で、電気電導度や粘度などガラスの性質に及ぼす水の影響について用意周到な実験で定量的に議論することに成功している。「その後の研究に弾みがついた」と今も高田氏の名前を出されては振り返っておられる。続いて機械的な性質についても検討し、少量の水で性質が大きく変化することを見出している。例えば機械的疲労特性については伊藤節郎氏が参画されており、後にガラスに入った傷の先端で水和層の形成することを電子顕微鏡観察で実証している。80年代は日本人研究者が殆ど絶えることなく参画し、水に関わる研究テーマを徹底的に追究し独壇場的な地位を占めた。中でも平尾一之氏や若林肇氏らとの間では、水の結合状態や拡散現象といった基礎的な問題で優れた成果を挙げている。本原稿を書くにあたり日本

人研究者についての感想をいただきたいとお願いしたところ、次のような一文を寄せていただいたので紹介しておく。「大勢の日本の優秀な若いガラス研究者と30年余り協力して来ました。日本でそれぞれ著名な先生方に良く訓練された方々で、共同研究している間に、こちらが刺激され、成長することが出来たと思います。『大學で講義をして一番勉強するのは、講師である』という言葉がありますが、研究のほうでも『研究アドバイザーとして働いて、一番学ぶのはアドバイザーである』と言えるでしょう」と述べておられる。表2は日本人ポスドクとその研究テーマである。

私自身のことを少し紹介しておく。大工試（現・産総研関西センター）・ガラス研究部門に入り、守屋喜郎氏の指導を得てゾルゲルガラスの研究を始めたばかりで、無機高分子という言葉が作られるような時期であった。シリル化反応や水との反応でガラスを柔らかくできないかと実験を繰り返していた。在外研究員として1982年9月から一年間、指導を受ける機会を得た。テーマはシリカガラスに加えられた応力（引張りと圧縮）が水の拡散にどう影響するかを調べるものであった。ガラス板を手製の治具に挟んで曲げ、その状態で水蒸気に曝し水と反応させた後、ガラス表面を研磨除去しながら赤外吸収スペクトルを測定しては入った水の分布から拡散係数を求めることにした。難しい装置を使うことはなく、全くのアイデアと信頼性のあるデータを如何に得るかが勝負どころであった。

当時の研究室のスタッフは学生を入れて5名程度で、研究成果を持ち寄っての2週間に一度の全体ミーティングと毎月曜・朝一番のポスドクとの打ち合わせがあり、それぞれが自慢できるデータを出すべく緊張していたし、友沢氏も年20報の論文を書くのだと頑張っておられた。雑誌と言えば、J. Am. Ceram. Soc. や J. Non-cryst. Solids など限られたものしかなく、手書きの原稿をタイプして投稿しなければならない

表1 研究テーマ

- Phase Separation and Crystallization of Glass
- Electrical Properties of Glass
- Water Diffusion in Glass
- Effects of water in glasses on various properties
- Relaxation of Glasses
- Oxidation of Si
- Mechanical Fatigue of Glass
- Chemical Durability of Glass

表2 日本人ポスドクと研究テーマ

名前	期間	研究テーマ
岡 与志男	09/78-06/80	Surface effects on mechanical strength of glasses
河本 洋二	09/79-10/80	Phase separation of glasses
高田 雅介	09/79-08/81	Effects of water in glass on glass properties
伊藤 節郎	09/80-08/82	Mechanical Fatigue of glasses
吉谷川 貢	10/80-10/82	Electrical properties of glasses
中西 和美	09/81-10/81	Electrical properties of glasses
野上 正行	09/82-08/83	Water diffusion in silica glass
平尾 一之	08/85-08/86	Mechanical Fatigue of glasses. Indentation of glasses
小田 喜一	08/86-07/87	Sol-gel coating
若林 肇	11/86-10/87	Water diffusion of glasses; mechanical fatigue.
小倉 邦男	04/87-03/88	Stress-induced surface defects in silica glasses
石田 信伍	10/87-03/88	Defects in glasses
加藤 嘉成 (日本電気硝子)	04/00-05/01	FTIR investigation of phase separation of glass
藤田 俊輔 (日本電気硝子)	05/01-05/02	Water diffusion into glass-ceramics
佐藤 隆士	05/01-03/01	Hydrogen diffusion in silica glass
小池 章夫 (旭硝子)	10/04-10/06	Fictive temperature effect on glass strength; memory effect
八田 文吾 (積水化学工業)	09/05-08/07	Phase separation of rare-earth silicate glasses
寺島 敬 (JFE Steel)	10/10-09/12	Water diffusion in phosphate glasses

注：所属については異動もありますので、2000年以降の方のみとしました。

時代にあって、驚異的な目標であった。日本からの研究者も、氏のパワーに圧倒されながら、一面ではライバル意識を持って頑張られていたように思う。研究室の学生から「日本人は構内を歩くにしても走るように歩いているので、見分けられる」と皮肉られたこともあった。それでも研究を離れた時は、奥様とテニスを楽しんでおられ、週末には声を掛けていただき一緒に過ごしていただいたこともしばしばあった。只、そこでも闘志満々のプレイヤーであったが。最近ではジョギングを楽しまれ、市民マラソン大会で優勝される程の脚力をお持ちのようである。奥様も日本文化の紹介などで活動しておられたし、家族で滞在し日常生活面でお世話になった日本人研究者も多く、帰国後もお付き合いが続いていると聞いている。

90年代以降、赤外吸収スペクトルの測定か

らガラスの仮想温度が決定できることを見出し、ガラスの過冷却液体状態から固体への変化や構造緩和の解明等の研究にも進まれている。しかし氏自身、「水はどこにでも在るありふれた物質である。しかしガラスの中にあっては、それが少量であっても粘度、光や電氣的性質を大きく変える。また大気中の水分はガラス表面の性質を変え化学耐久性や機械的強度を低下することにもなる。このようなことはよく言われてきたことであるが現象の本質は未だ分かっていないところが多い。私の研究のモチベーションは深く旺盛である」と言われているように、まさに「ガラスと水」に関する研究は氏のライフワークであり、彼から離れることがないようだ。光ファイバーの実用化の鍵を握った一つのキーワードは「水」であったし、将来にわたってガラスがガラスでありうるためのキーワード

はやはり「水」であると言えるのではないかと感じる。

一方、私の水との直接的な関わりは帰国とともに中断した。研究環境に応じてテーマも様変わりしていったが、時として「水」がわき出てくるかのように舵取りができたことも再三あった。スペクトルホールバーニングやプロトン電導の研究をまとめることが出来たのも H_2O や OH の挙動に着目したお陰である。しかし研究資金の獲得に追われた研究テーマに奔り、時として研究そのものから離れざるを得ないこともあったと振り返っている。このような生活に一

区切り付けた昨夏、三十年振りにRPIに友沢氏を訪れた。今もバリバリの現役（失礼）である。「水はガラスを研究する上で極めて重要であり、私にとっては必然の結果である。まだまだ研究する問題が残されている」と伺った時には、目から鱗であった。

能力、研究資金・業績でもって容赦なく評価される米国にあって、今もガラス研究の第一線で活躍されている友沢氏の力に感服するとともに、それが可能になる米国の懐の深さも思わざるを得なかった。

ニューガラスフォーラム特別会員の平成24年度春の叙勲受章者



滋賀県立大学の曾我直弘前理事長・学長が、長年にわたり教育・研究の発展のため尽くされたことが評価され、瑞宝重光章を受章されました。

曾我先生には、ニューガラスフォーラムが発足した当初よりお世話になっており、知的基盤整備推進委員会委員長、知的基盤推進委員会委員長、平成12年3月に発行した「ガラス産業技術戦略2025年」の際には、本委員会の委員長などを務めていただきました。



京都大学大学院工学研究科材料化学専攻の平尾一之教授が、学術、芸術上の発明、改良、創作に関して事績の著しい者に授与される紫綬褒章を受章されました

平尾先生は、ニューガラスフォーラムが参加した平成13～17年度の「ナノガラス技術」と平成18～22年度の「三次元光デバイス高効率製造技術」の二つのNEDOプロジェクトのリーダーを務めていただきました。