

半世紀間のアメリカの大学での生活（その1）

レンセラー工科大学教授

友澤 稔

A Life in US universities for a half century

Minoru Tomozawa

Professor, Rensselaer Polytechnic Institute

はじめに

以前、イギリスのある大学で、ラテン語で書かれた、額入りの格言を見かけました：Felix, qui potuit rerum cognoscere causas. ラテン語の読める同僚に英訳してもらったところ「Happy is the man who finds the cause of things」(物事の理^{ことわり}を見つける人は幸せである)ということでした。あとでわかったことですが、これは紀元前からあった、ヨーロッパでよく知られた格言でした⁽¹⁾。同様の趣旨を江戸末期の歌人、橘曙覧は「楽しみは世に解きがたくする書の心^{ふみ}を一人さとり得し時」⁽²⁾と表現しています。両者ともに、知的な発見をした時の喜びを現していると考えられますが、私たちが基礎研究で成果を上げた時の喜びに相通ずるものがあります。社会で役に立つ物を作り出す応用研究も大切ですが、大学では学生を教育しながら、基礎研究に専念することができ、したがってその喜びを追及することを仕事としているわけで、自分は過去約50年間大変幸運な職業について

ていたと考えています。

さらに、1994年以來、それまであったアメリカの大学での65歳定年制が無くなり、大学でTenure（終身在職権）持っていて、体力と大学院学生を雇う研究費さえ獲得できれば、何歳まででも働けることになっており、大分年をとってきた私も、あと数年は現役を続ける予定です。したがって、New Glass Forumの編集者から依頼されたこの「私の研究」も未だ現在進行形ですから、過去の私の研究のみを記述することは出来ません。しかし、この時期一度、自分の研究生生活を振りかえって見るのも、有益かもしれないと思って書いてみました。以前たくさん名作映画を作り出した、黒沢明映画監督が70歳くらいの頃雑誌記者のインタビューの質問「黒沢さん、今まで素敵な映画をたくさん作ってこられましたか、どれが一番良い作品でしょうか」に答えて「もちろん今作っている作品だよ」と言っておられました。客観的に見て、これが正確な答えかどうかは分かりませんが、私はこの答は監督の映画製作に対する情熱と気迫を現していると感心したことがあります。又江戸時代の著名な版画家、葛飾北斎も名作「富岳百景」を75歳で発表して、70歳以前に作った自分の作品にろくなものはないと反省し、80歳、90歳になったころには、大いなる発展を成し遂げている

110 Eighth Street
Troy, NY USA 12180
TEL (518)276-6659
FAX (518)276-8554
E-mail: tomozm@rpi.edu

だろうと予測しています⁽³⁾。私も最近やっと満足すべき研究結果を得られるようになったと思っており、今後、体力の続く限り、優秀な学生とともに、もっと良い仕事をしたいと考えています。

会社勤務時代

私のガラス研究との出会いは大学卒業後、日本電気(株)に就職してからでした。学生時代に「キュリー夫人伝」⁽⁴⁾という本を読み、夫人の学問・研究に対する激しい情熱に感動し、自分もこういう研究生活を送りたいと考えたことがありました。さらに当時長兄が日本の大学の助手をしており、自分もそういう職業につきたいと思った時期もありました。しかし諸般の事情で、大学卒業後、大多数の卒業生とともに、会社に就職することになりました。日本電気(株)に入って、当時はやりの半導体材料に関する仕事をしたいと考えていました。ところが、会社に入ると、半導体工場ではなくその前身の電子管工場に配属になり、その主要な材料であるガラスの研究をすることになりました。当時は電子管も重要な電子部品で、ガラスの研究をしている人は、東芝やソニーなど同業他社にもおられました。日本電気武蔵工場の敷地内にあった子会社のガラス工場で、会社の先輩社員・高森剛氏指導の下に、ガラスの溶解(泡の除去)、粘度、膨張係数、電気伝導度、残留歪測定など、いろんなガラスの現象や性質を調べました。丁度カラーテレビやガラス管を使った初期のレーザー管ができ始めたころで、次は何が出てくるだろうという期待感がありました。しかしこれは、光通信用のシリカガラスファイバーが出現する10年以上前のことです。ガラスから磁性を持った結晶を析出し、その性質を調べていたころ、会社の同じ敷地内にある研究所を訪ねて博士研究員に物性について、いろいろ教えてもらい、その研究員の博識に感心したこともありました。日本窯業協会主催の研究発表会にも何度か出席し、いろんな研究者の発表を聞きました。

しかしその内容はあまりよく理解できませんでした。同時にガラスに関する論文も多少読んでいました。とくに、イギリスで発行された、Physics and Chemistry of GlassesとGlass Technologyはガラスの研究のみの記事を集めた雑誌で、それを編集していたSheffield大学のDouglas教授の名前を記憶しています。又、アメリカのJ.Am.Ceram.Soc.にガラス関係の論文を活発に発表されていた、レンセラー工科大学のMackenzie教授の名前も記憶しています。こうして比較的自由にガラスの研究ができる状態で、仕事そのものは、楽しんでいたと思います。

しかし、いつも自分の材料科学に関する基礎知識の不備を痛感しており、会社から大学院に戻ることも考えましたが、経済的な問題があり半ばあきらめておりました。3-4年たったころ、会社の同じ独身寮に住んでいる同期入社の人や、大学の後輩から、アメリカの大学院では、授業料、生活費を含む返済不要の奨学金を支給しているということを聞き、自分も応募してみようと思うようになりました。幸い1965年の九月から、フィラデルフィアにある、Pennsylvania大学院材料学科で、奨学金をもらえることになりました。アメリカへの往復旅費は、当時の\$1=360円換算で、ほぼ当時の自分の一年分の給料くらいで、そんな貯えはあるはずもなく、Fulbright協会から出してもらいました。その時はアメリカの大学院で、材料学の基礎を1-2年勉強して、修士号でも取得して、また会社に帰るつもりでした。英語の方は、大学生時代に当時、横浜にあったACC(アメリカ文化センター)や米軍基地の将校住宅で、Volunteerのアメリカ人から英会話を習い、日本の通訳案内業の国家試験を受けて通訳免許を取得しておりましたから、アメリカでの生活は何とかできると楽観していました。

ペンシルベニア大学留学生時代

1965年の夏にFulbright協会主催のアメリカでの一か月のOrientationを受けるため、数

人の日本人仲間とハワイ経由で、アメリカ南部にある Texas 州へ向かいました。当時はアメリカでは Texas 州出身の Lindon B. Johnson 氏が大統領で、そのため Texas 州が外国人のアメリカについての教育の場に選ばれたのだらうと思います。Texas 州の州都であり、Texas 大学のある Austin という町で、熱い夏の最中、大学寮に暮らしながら、世界のいろんな国からやってきた若者達と共に、英語やアメリカの歴史の勉強をしました。この Orientation の休憩の間、よく、中南米から来た留学生が集まって、ギターを弾きながら陽気なスペイン語の歌を歌っていたこと、Texas の強烈な夏の暑さと広大な土地とを覚えています。Texas 州はアメリカ合衆国の中でアラスカが州になるまでは、一番土地の広い州であり、テキサスの人はこれを誇っており、何事も大きなことが好きで、レストランのステーキは特大で、観光客の買う絵葉書には、テキサス州がアメリカの他のすべての州を合わせたよりも大きく印刷されてありました。

9月に大学の講義が始まって間もなく、私の妻が、大学のあるフィラデルフィアへやって来て、二人のつつましいアメリカ生活が始まりました。会社勤めから大学院学生に戻った私は、生活費を支給されているので、優雅なアメリカ生活を望まない限りアルバイトをして生活費を稼ぐ必要もありませんでした。従って、アパートと大学を往復するだけの単純な生活だけど、材料科学の講義を聞いて勉強するという機会にめぐまれて、非常に忙しくて充実した気分でした。さらに、アメリカの大学院では、入学後一年たった時点で、博士課程へ進むための口頭試問での資格試験に合格すれば修士号を取得せずに直接博士号を得ることができるようになっており、修士号獲得に2年かかるのに対し、頑張れば大学院生活3年で博士号を取れるかもしれないということです。そのことを知って、2年も3年も大差ないから、博士号を目指してみたいという気持ちになってきました。材料科学の大学院のクラスメートは30人ほどであった

と思います。そのうち、日本人2人、インド人3人、韓国人1人であとはアメリカ人で皆男性でした。日本人留学生の私の他のもう一人は京都大学・金属学科で修士課程を卒業した坪井さんという人でした。坪井さんは修士課程の間、日本の会社から奨学金をもらっていて、アメリカの大学で博士号取得後、その会社に勤めるということになっていました。坪井さんとは3年あまり留学生としてともに苦労し、いろいろ励ましあったり将来を語ったり文字どおり苦楽を共にしました。そのころ、坪井さんから「友澤さん、博士号を取った後、こちらの大学で教えてらどうですか」といわれ、「英語で講義するなど無理です」と返事をした記憶があります。その坪井さんは不幸にして夭逝し、昔の苦楽を共に語り合うことができないのは残念です。

大部分の学生は私より皆数年若く、年功序列社会の日本から来た自分としては「自分より若い人達に負けるわけにはいかない」という気分でした。ペンシルベニア大学は総合大学で、医学部やビジネススクールもよく知られており、日本人留学生も多く当時200人位いるということでした。同じ学科には、日立製作所から一年間派遣された博士研究員がおられ、その分野が流行する前に金属ガラスの画期的な研究をされました。その方ご夫妻とは、以後長く交友することになりました。

アメリカの大学院では、教授は一般に極めて親切でわかりやすい講義をしてくれるように思います。さらに、一学期に何度かの宿題と試験があってその結果が成績に反映されます。一度一人の教授が「クイズ」と称する短い試験を予告なく敢行し、前回の講義で習った内容についてテストされました。こういう習慣を知らず、全く予期していなかった私は惨憺たる成績で、それ以後講義のあとには丹念に復習する習慣が付きまして。殆どの教授が授業以外でも気軽に学生を歓迎してくれ、授業内容や宿題でわからないところを説明してくれました。そのため、大部分のアメリカで教育を受けた教授は Office

にいる場合は Office の Door を開けてありました。私は最初この習慣に感心して、一人の教授に私の感想を話しました。その教授はイギリスで教育を受けた教授でしたが、ユーモアのセンスのある人で、「そのとおり。イギリスでは教授の部屋のドアは閉まっており、誰かがドアをノックするとはっと目を覚ますんだ」と答えました。

大学院では全部で 10 余科目のコースをとりました。そのうち半数が必須科目あとは選択科目でした。私は以前から数学の知識を強化したいと思っていましたので、一年に亘って機会工学科の Advanced Calculus,1 と 2 を受講しました。大学院生の一年目は一学期に 3 科目くらい取りながら研究するため、大変忙しい思いをしました。

当時 J.W. Cahn 教授の Spinodal (スピノダル) 理論が流行っており、ガラスの分相領域の研究が盛んで、私は大学院の論文のテーマとしてガラスのスピノダルの分解の速さを X-線小角散乱を使って研究することになりました。1960 年ころには、いろんな研究者が、ガラスの組成の不均一性を予言または実証していました。東工大の森谷先生、ロシアの Porai-Koshits 博士、東ドイツの Vogel 博士などがこの分野の先駆者でしょう。又、Corning 社では、1940 年代に既にある種のホウ珪酸ガラスを熱処理したのちホウ酸とアルカリ成分を熱硝酸で抽出して、穴あきガラス (Thirsty Glass) を作り、それを加熱して、96 % シリカガラス (Vycor glass) を作成する特許を取得しています。穴あきガラスとは文字どおり、数十 nm の大きさの連続した穴の開いたガラスで、極めて比表面積が大きく、放射性廃棄物を吸着させたり、生物学の分野でいろんな成分を分離するなど、特殊な用途に使われています。

1968-69 年頃に、日本電気硝子の技術部長をされていた和田正道氏がホウ珪酸ガラスの歴史について執筆されており、私は彼の英語の通訳として一緒に Corning 社を訪問して、Vycor

glass を発明された二人の元 Corning 社の研究員、Hood 氏と Nordberg 博士から発明当時の話を聞くことができました。当時二人は Corning 社を引退されていましたが、快く我々の Interview に応じてくれました。どういう動機でこのガラスの研究をされたのかという和田氏の質問に、「Pyrex glass よりも良い性質を持った、いわゆる Super Pyrex Glass を作ろうとしていた」ということでした。穴あきガラスを製造した後も、現象をはっきりとは理解できず、著名なガラス研究者を会社に招いて、意見を聞いたということでした。その中で、当時地質ガラスの専門家で、「The Properties of Glass」という本の著者で、現在では、アメリカ Ceramics 協会・ガラス及び光學物質部会の「Morey 賞」に名前を残している George Morey 博士を招いて、ガラスの分相の可能性を聞いたところ、「ガラスーガラス分相というものはありません」と答えられたということでした。1960 年ころから 2 成分の $\text{Li}_2\text{O-SiO}_2$ 系や $\text{Na}_2\text{O-SiO}_2$ 系ガラスの分相領域が実験で確認され、ガラスの分相現象が流行りの研究テーマになりました。二成分の CaO-SiO_2 や、 MgO-SiO_2 での融液体での分相は昔からよく知られていましたから、ガラスでも分相がありうるということは、今から思うと当然のようですが、当時は両者の関連性についてはっきり理解している人はいなかったようです。Pennsylvania 州立大学の Roy 教授が 1960 年の論文⁽⁵⁾ でガラスの分相は融液の分相の Metastable なもので、両者は同様の現象であると指摘されて我々は「なるほど」と気が付いたと思います。後日いろんな学術論文を読んでみて、良い論文とは読んだときその論文の結論について、「なるほど。どうして自分はこれに気がつかなかったんだろう」と思わせる論文であると思っています。こういう意味でもこの Roy 教授の論文は良い論文であると思っています。後日の Roy 教授の論文⁽⁶⁾ によると、当時ロシアの Porai-Koshits 博士もこの論文⁽⁵⁾ を高く評価していたようです。

私がアメリカの大学院生活をはじめたころは、ガラス状態での分相領域が確立されたころで以前は、物質の相変化は、核生成及びその成長で説明されていました。Cahn 教授は分相領域があれば、新しい相生成に核を必要としない、Spinodal 分解が起こりうるという理論を発表していました。この理論は私には、極めて難解で、理解するのに苦労しました。そこで、著者に手紙を書いて、いろいろ質問したけれど、残念ながら、その短い答えでは、論文をはっきりと理解することは不可能でした。幸い其のころ、大学の夏季休暇中に涼しいコロラド州のデンバーという町で開かれる Denver Conference という会議があり、2 週間にわたって、専門の先生が、ひとつの Topic に関して集中的に講義をするという制度があり、たまたま North-Western 大学の Hilliard 教授が Spinodal 分解の講演をされることになっておりました。Hilliard 教授は Cahn 教授とともに GE の中央研究所で働いていた時、共著で Spinodal 分解について論文を書いておられました。さらに金属の Spinodal 分解に関する実験研究を大学院の学生とともに、行っておりました。この Denver Conference に参加して、Hilliard 教授の上手な講義のおかげで Spinodal 分解を理解することができました。同時に、上手な講義とはどういうものかということを知りました。

文献

- (1) https://en.wikipedia.org/wiki/Felix,_qui_potuit_rerum_cognoscere_causas
- (2) 橘曙覧 独楽吟 岡本信弘編 グラフ社、東京 (2009)
- (3) 北斎富岳 36 景 菊地貞夫 保育社 大阪 (1969)
- (4) キュリー夫人伝 エーヴキュリー著、河野万里子訳、白水社、東京 (1938)
- (5) R. Roy, J. Am. Ceram. Soc. 43 (1960) 670.
- (6) R. Roy, Int. J. Appl. Glass Science, 1 [1] (2010) 3.