

## 米国トレド大学アイテル珪酸塩研究所・滞在記

日本電気硝子株式会社 電子部品事業部  
岸本 暁

### My stay at the Eitel Institute for Silicate Research in the University of Toledo

Akira Kisimoto

*Electronic Products Production Division, Nippon Electric Glass Co., Ltd.*

1993年4月から1995年3月までの2年間、米国オハイオ州トレド市のトレド大学にあるアイテル珪酸塩研究所 (The Eitel Institute for Silicate Research) のバグレー教授 (Dr. Brian G. Bagley) の研究グループに客員研究員として滞在しました。そこでの体験記を報告します。

#### オハイオ州トレド市

オハイオ州はアメリカ合衆国の北東部に位置し、五大湖のひとつであるエリー湖を北の州境 (対岸は、カナダ) にしています。日本の1/3弱の面積に1100万人程度の人口を有する内陸の平野部 (基本的に山がありません。) です。

オハイオ州の州都はコロンバスでオハイオ州のほぼ中央に位置します。ここは、オハイオ州最大の都市で日本の大手自動車メーカーの工場等、日本企業の進出が多い場所です。オハイオ州の2、3番目の都市は、南部に位置するシンシナティーと北部に位置するクリーブランドでそれぞれ大リーグのレッズとインディアンの本拠地になっています。昨年の野茂フィバーで沸いた大リーグのプレイオフでレッズもインディア

ンスもこのプレイオフに参加し、実は私は、密かにワールドシリーズがこのオハイオ対決になることに期待していました。プレイオフの1回戦で野茂選手が所属するドジャースとレッズが戦い、おそらく、見ていた殆どの方がドジャースを応援する中、一人レッズを応援していました。

トレド市は、オハイオ州4番目の都市で人口33万人の町です。オハイオ州の北西端に位置し、北にミシガン州、西にインディアナ州と接しています。また、大リーグの話に戻りますが、ここトレド市から一番近い場所にある球団は、隣のミシガン州にあるデトロイトタイガースです。また、トレド市には、タイガース傘下のマイナーリーグチーム (チーム名は忘れました。) があり、テレビ中継はタイガースの試合が殆どでした。トレド市は、エリー湖のほとりにあり、古くは貿易の町として栄えていました。その後も交通の要所として、また、デトロイトが近いこと自動車産業も盛んに行われ、1960年頃には活気あふれる町に成長しました。しかし、その後、交通網の整備により、また、自動車不況の影響で次第にかつての勢いは失われ全米の全ての都市が抱えるようにダウンタウンのスラム化や犯罪の増加がここトレド市にもみられます。

私が、トレド市に赴任して直ぐの頃、バグレイ教授からトレド市の地図を渡され、危険な場所に印を付け”この地域（主にトレド市の東部にあるダウントウン周辺）には、昼間でも近づかないように”と注意され”アメリカに来たんだ”と実感したことを今でも憶えています。但し、その後の2年間でその地域も何度か通りましたが結局一度も危ない経験はしませんでした。

トレド市は、緯度でいうと札幌と同じ程度ですが、内陸性気候のため熱し易く、冷め易く気温の変化は、一日を通して、年間を通して激しいものがあります。特に、1993年の夏は、40℃を越えることもあり、逆にその冬は、当時今世紀最大の寒波と報道され、-20℃以下の日が2週間ほど続きました。このあたりは、1年のうち6ヶ月は冬で、4ヶ月が夏、残り1ヶ月ずつ春と秋がある感じです。

## トレド大学

トレド大学は、1967年7月にオハイオ州立大学として現在に至っていますが、大学としての歴史は古く、1972年に創立100周年の記念式典が行われました。トレド大学は、トレド市の西部に位置し（比較的安全な地域）、400エーカー（約1.6km<sup>2</sup>）の敷地に学生数25,000名、大学職員1,500名を擁する総合大学です。

トレド大学には、他の全米の大学と同様に数多くの留学生が学んでいます。一番多いのは、マレーシア人とのことで、その次が中国人、そのあとも東南アジアの国々が続いています。日本人留学生は、全学部で30名程度で7～8番位とのことでした。但し、私が研究で関係した理学部系、工学部系には日本人留学生は皆無でその殆どが法学部か経済学部専攻者でした。

トレド大学に限らず、通常アメリカの大学は大学院生になると個室（2～5人部屋のこともある）を大学から与えられます。客員研究員として赴任した私にも当然のように個室が与えられました。そして、必ず部屋には、コンピュー

ターが置かれていました。コンピューター使用の主目的は、電子メールのやりとりにあります。大学内、学部内のメールのやりとりは勿論のこと、全米の殆ど学校、公共施設、会社と光ファイバー網が敷設されているとのことでした。私の赴任当時、アメリカの友人から私の日本での電子メールの番号を聞かれ、私が電子メールを利用していないことを知ると非常に驚いたくらい当時のアメリカでは既に常識になっているようでした。当時、日本では大学等の公共機関の一部で電子メールが利用できるだけで企業にはあまり普及していないようでした。帰国後、日本でも一部の企業で電子メールを採用（名刺に電子メールの番号が記載されている）を知りましたが、まだまだ個人的なユーザーが多いようです。しかし、この電子メールは非常に便利なものですので必ず近い将来、日本でもファックスの番号と同じように電子メールの番号を名刺に記載する時代がくると思います。

## アイテル珪酸塩研究所

アイテル珪酸塩研究所は、1952年にアイテル教授（Dr. Wilhelm H. J. Eitel）により、当時、珪酸塩研究所（The Silicate Research Institute）として、ここトレド大学に設立されました。研究所設立の頃は、トレド市には、4つの国際的なガラス会社の本社があり（Libbey-Owens-Ford Co., Owens-Corning Fiberglas Corp., Owens-Illinois Inc, Schuller International Inc）、世界のガラスの首都（Glass capital of the world）と呼ばれていて、ガラスの研究を行う上での環境に恵まれていました。

1976年アイテル教授が引退され、1978年にアイテル珪酸塩研究所と名前を変更し、現在に至っています。

アイテル珪酸塩研究所は、現在、異分野提携の研究所として応用化学（chemistry）、化学工学（chemical engineering）、土木工学（civil engineering）、地質学（geology）、生産工学

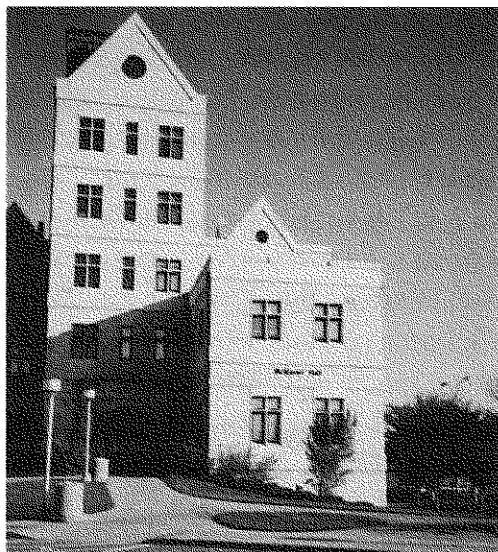


写真1 実験室のあるマクマスターホール

(industrial engineering)、物理学 (physics) の各分野16名の教授とトレド大学以外の大学、及び産業界から7名の準メンバーにより構成されています。研究の多くは、さまざま産業界や地方、州、政府からの委託研究を行っています。

アイテル珪酸塩研究所の現所長は、バグレー教授でトレド大学の物理学と応用化学の教授でもあります。バグレー教授の研究室は、トレド大学の物理天文学部 (Department of Physics and Astronomy) のあるマクマスターホール (McMaster Hall 写真1) にあり私は、このバグレー教授の研究室で2年間研究を行ってきました。

## 研究内容

今回、私が滞在したバグレー教授の研究テーマの1つが、光通信用の光導波路とその応用素子の作成でした。研究の目的は、

1. 理論的に回路を設計すること。
2. 薄膜形成技術を確認すること。
3. 回路形成技術を確認すること。
4. 評価技術を確認すること。

にあります。

研究は、大きく理論と実験のグループに分か

れ、毎週1回ミーティングを開いて進めていました。

理論は、同じ物理学教室のデック教授 (Dr. R. T. Deck) のもと、博士過程の3名の留学生のグループで行われ、導波路の屈折率、寸法、回路の設計 (フォトマスクの設計) が担当でした。当時は、線形光学効果を利用した、合波・分波器の設計を中心に行っていましたが、将来的に非線形光学効果を利用した光スイッチの設計を行っていく予定とのことでした。

薄膜形成以降は、バグレー教授以下、2名の専任スタッフと1名の修士過程留学生、及び、物理学教室の中で必要に応じて、数名のスタッフが協力しながら実験を行っていました。

薄膜形成は、この研究の基幹をなすものです。光導波路の形成は、簡単に言えば光の通り道であるコア層と、その周辺にコア層の屈折率より僅かに小さい屈折率をもつクラッド層を形成し、光を閉じ込めることにあります。当時の実験は、Si基板上に $\text{SiO}_2$  (クラッド層) と窒素をドーピングして屈折率を高めた $\text{SiO}_2-x\text{N}_x$  (コア層) の作成を行っていました。

薄膜製造には、スパッタ、イオンビーム、蒸着、CVDの装置がありましたが、この研究は、主にRfマグネトロンスパッタ法による反応性スパッタリングを使用していました。Siターゲットを用い、アルゴン及び、反応ガスとして酸素と窒素 (アンモニア) を使用して、屈折率の諸条件による影響や安定性について研究を行っていました。

膜の評価は、プリズムカプラーによる屈折率と膜厚の測定や密着強度の測定、また必要に応じて、赤外分光分析、電子顕微鏡、X線マイクロアナライザー、ラマン分光分析による分析を行いました。

所定の屈折率と膜厚が形成されたものは、フォトレジスト塗布後、イオン (アルゴン) ビームによりエッチングされ、成膜とエッチングを繰り返すことにより、デバイスの作成を行いました。

Table 1 Equipments of our Laboratory

Deposition techniques
• Rf/Dc sputtering
• Ion beam deposition
• Thermal evaporation
• Chemical vapor deposition
Patterning
• Ion mill
• Mask aligner
• Lithography station
• Class 100 cleanroom
Measurements
• Prism coupler (Index, Thickness)
• Power meter (Signal attenuation)
• Adhesion Tester (Adhesion)
• IR spectrophotometer
• Electron microscope
• X-ray microanalyser
• Raman spectroscopic analysis

研究室の中には、クラス100のクリーンルームがあり、この中でフォトリソグラフィは行われます。

このようにして作成されたデバイスは、電子顕微鏡で寸法等を確認し、光の減衰量等の性能検査を行い、実験の正確性や理論の正さを検証します。但し、私の滞在期間中には、単純な導波路の形成を行うところで終わってしまいましたので、合波・分波器のような具体的なデバイスの作成には立ち会えませんでした。

## アメリカ滞在中に感じたこと

アメリカの友人に日本人の印象はと聞くと、“日本人は、金持ちだ。”と答がよく返ってきます。実際にアメリカでの給与は、日本で同等の仕事をしている人の半分程度しかないでしょう。ただ、彼らに日本の物価水準の話をするとう非常に驚きます。ガソリン1ℓ30円、牛乳1ℓ25円、牛肉100g50円、リーバイスのジーンズ1本2500円、ファーストフードでハンバーガ1個70円、ドーナツ1個30円が普通ですから。私のいたトレド市は、住宅事情が良く、一戸建（土地100坪付き）の4LDK+地下（このあたりの家には大抵地下があります。）の中古住宅で700万円程度からありました。

話を元に戻して、なぜ日本人が金持ちと思われるかは各地の観光地にでかけるとよく分かります。まず、日本人は、服装が違います。近年、犯罪防止のため出来るだけ目立たないような服装で街を歩こうと旅行雑誌などにかかれています。それでも日本人は小綺麗です。そして、高級店の中は日本人が一杯で、特に若者がアメリカの同世代の若者が普通買えないような高級品を買っています。

私の接したアメリカ人は実用主義で、丈夫で長持ちが一番だという人が殆どでした。そして、自分の時間家族との時間を大切にして余暇を存分に楽しんでいました。給与は半分でも、物価水準も半分程度、そしてなにより自分の価値観を持ち、周囲に惑わされずに自分を中心にして生きている姿が印象に残りました。