

## 仏 CNRS-SPCTS 研究所訪問 (フランスにおける高等教育とガラス研究)

名古屋工業大学大学院 生命・応用化学専攻 環境セラミックス分野 教授

早川 知克

### CNRS-SPCTS lab. (France), -Higher Education and Glass Research in France-

Tomokatsu Hayakawa

Nagoya Institute of Technology  
Department of Life Science and Applied Chemistry

フランスのほぼ中央に位置するリムーザン地方の主都リモージュ（人口約14万人、面積77.5 km<sup>2</sup>）は良質なカオリンが産出することから高級食器（“リモージュ焼”）で名が知られているセラミックスの都である。フランス磁器（porcelaine）という、アビランド（Haviland）、レイノー（Raynaud）、ベルナルド（Bernardaud）…など日本でも有名なメーカーがあり、その地盤となるのがこのリモージュである。フランス南西部への玄関口となるパリ・オステルリッツ駅から、高速列車 InterCités に乗り込み3時間。フランスの広大な麦畑の中、オルレアン～シャトールを経て、牛の放牧風景が見え出すと、いよいよリモージュである。フランス中南部は丘陵地帯となっているが、それほど高い山はなく、数少ないトンネルを抜けると、フランスでも美しい駅として知られているリモージュ・ベネディクタン駅に着く（写真1）。この駅舎は時計塔を有した旧修道院を改築したものであり、夏のお祭りの時期にはこの時



写真1 リモージュ・ベネディクタン駅

計塔に登ることもできる。そこから市バス10番線で10分程度坂道を行き、ESTER Limoges Technopole で下車すると、ヨーロッパ・セラミックスセンター（Centre Européen de la Céramique; CEC）に到着である。ここは、大学、研究所、産学官連携センターが集まった施設であり、ドーム状の中央センターの横に、フランス国立科学研究センター CNRS 所属の研究所 SPCTS がある。ここでは先端セラミックスの研究が行われている。訪れてまず目を奪われるのは、その入り口に併設されている逆ピラミッドの先端が地中に埋もれたような建物！こ

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町  
名古屋工業大学

TEL 052-735-5110

FAX 052-735-5110

E-mail : hayatomo@nitech. ac. jp



写真2 (上)SPCTS 研究所の玄関, (下) SPCTS 研究所からリモージュ市内を見下ろした風景

れは国立セラミックス工科大学 (Ecole Nationale Supérieure de Céramique Industrielle; ENSCI) の講義棟である (写真2)。国立研究所と国立大学が同じ場所にあるのがヨーロッパ流であり, 先の講義棟は地下で繋がっている。ENSCIには約 200 名の学生がセラミックス科学を専門的に学修しており, 国立研究所と繋がっているとは言え, 国立研究所にはさすがセキュリティカードがないと入れず, 学生は研究所に自由に行き来できるわけではないが, 建屋近くにある食堂には SPCTS 研究所の研究者や ENSCI の学生も皆一緒に食事をとる。

SPCTS 研究所の研究スタッフは CNRS の研究者・技術職員などである。彼らは一部専任職員を除くと概ねその地域の教育機関に属することになっており, ENSCI の教員を兼ねる, もしくは, リモージュ市内にキャンパスを持つリモージュ大学の教員・研究員である。研究所に

は, リモージュ大学大学院博士後期課程 (ドクターコース) の学生もおり, リモージュ大学の教授, 准教授の指導の下, 博士号取得のために日々研究を行っている。日本の大学と大きく異なるのは, 学部 4 年生や博士前期課程 (マスターコース) の学生は日常的に研究を行うことはなく, 1 週間から数週間の間, インターンシップとして研究所を訪問し, 研究を経験する程度であり, 研究所ではドクターコースの学生やポスドクを多く見かける。研究設備は恵まれており, 各装置には専任のスタッフ (CNRS の技術職員) がつき (教員が兼務することもある), 彼らと議論しながら実験を行うことになる。

ここで, フランス特有の教育システムについて述べておきたい。フランスには 2 種の高等教育機関があり, 日本の国立大学協会 (国大協) に相当する組織がフランス大学長会議 (CPU) とフランス技師学校長会議 (CDEFI) である。フランスの大学はほぼすべて国立であり, これら高等教育機関に入学するには高校卒業後, 1 年間の予備校に通いバカロレア試験 (高校卒業資格ないし大学入学資格試験) に合格する必要がある。CDEFI に属する専門大学院大学「グランゼコール」にはさらに各校の設定する入学試験に合格する必要があるので, かなりの難関である。このグランゼコールは, 日本の学部教育 (専門教育) と大学院が 1 つになったようなシステムであり, 一般的には 5 年で卒業となり, 修士号の学位を取得して就職する。しかしながら, これは日本でいう専門学校とは異なる。彼らは選抜されたエリート集団であり, 専門ごとにグランゼコールがあり, 有名なところでは, 理系グランゼコールの代表でエコール・ポリテクニク, パリ鉱業学校 (エコール・デ・ミーヌ), エコール・ノルマル・シュペリール等がある。日産自動車のカルロス・ゴーン氏は日本でもっとも有名なフランス人の一人であろうが, 彼はポリテクニクとエコール・デ・ミーヌを卒業している。セラミックス科学を専

門とするエコール・ナショナル・シュペリウール・セラミック・インダストリ (ENSCI) はグランゼコールに属する。在学中、学生はセラミックスの専門教育を受けると共に、国内外の企業・研究所へのインターンシップが課されており、4年生、5年生のときにそれぞれ異なる機関で最低3ヶ月(最長6ヶ月)のインターンシップを受けなければならない。それだけ、彼ら(彼女ら)は将来を期待される存在であり、ENSCIは産業界にセラミックス専門家を送り出す使命を担っている。それに応えるに十分な教育が行われており、就職率は大変よいと聞いている。それ故に入学に必要なバカロレア試験合格そしてグランゼコール入学試験合格は簡単ではなく、何年も予備校生活を過ごすものも多いと聞く。

もう1つの高等教育機関は、我々の良く知る、学部4年(Faculty)、修士2年・博士3年(Department)の「大学/大学院」システムである。ここまで読まれて不思議に思う読者もおられよう。大学(university)はもっとも古くはイタリア・ボローニャ大学(1088年)、次いでフランスのパリ大学(1150年)、イギリスのオックスフォード大学(1167年)、ケンブリッジ(1209年)、チェコのプラハ大学(1348年)と創設され(カッコ内は創設年)、当時のヨーロッパで人と物が集まる都市の形成に付随した現象であったが、それ以後、各地に大学が設立され、言うまでもなく、現在、最高高等教育機関と位置付けられている。しかしながら、歴史的に初めに教えられていたのは、神学、法学、医学、学芸の4学部であり、19世紀になってから学芸が文学と理学に分離して5学部体制となった。注目していただきたいのはここに工学が入っていない点である。工学が加えられたのはもっと後のことであり、産業革命の後の1つの流れの中で大学の教育課程に組み込まれた(ご存知の通り、産業革命は英国を基点として欧米諸国に広められていった)。フランスでも同様であったが、しかし、フランスでの工学の

位置づけとしては、それよりも前の18世紀末を見る必要がある。フランス革命後の共和国政府は革命で混乱した交通網を整備するために初めの“グランゼコール”である公立工事中央学校(ポリテクニクの前身にあたる)を1794年に設立した。しかしながら、当時の共和国政府が極めて不安定で、対外的にも弱かったために次なる改革を必要としていた(特にプロイセンと比較して軍事力・工業力ともに劣っていたとされている)。そこで登場するのがナポレオン・ボナパルト(1769~1821年)である。ナポレオン自身もグランゼコール出身であり、フランス版「富国強兵」として、グランゼコールの再興に力を注いだという歴史がある。それ故に今でもこの専門大学院教育制度は国民の信頼の高いものとなっているのであろう。一方、博士号というのは先の「大学/大学院」制度の最高学位であり、大学で授与されるものである。すなわち、セラミックスの分野でいうと、ENSCIで修士号を取得して、さらに博士号を取ろうとしてもENSCIでは取得できないので、同じリモージュ市内にあるリモージュ大学の博士後期課程に入学することになる。この状態に(他の分野でも同様のことがあったようである)フランス行政府も懸念を抱き、十数年前から議論が進められてきたそうであり、この2つの高等教育制度の友好的融合を目指す動きが加速している。平成25年5月に国大協主催で開催された「日仏間の高等教育協力に関するワークショップ」では、~国大協、在日フランス大使館、CPU、CDEFIとが共同で、日仏間の学生交流の拡大の取り組みを促進させ、日仏相互での学生育成や共同学位授与の制度整備も今後さらに進める~とのことである。が、CPU/CDEFIが併記されているところを見ると、企業の合併のようにはいかない現状があることが窺い知れる。

話を元に戻そう。このように学部・修士を優秀な成績で修了し博士号まで取得すれば、大学での研究でも産学連携が進んでいることもあり、博士号を取った学生は企業への就職に対し

ても（簡単とは言わないが）かなり優遇されるという。むしろ、企業では大学との研究が推奨されているため、多くの優秀な学生は博士号を取ろうとするということである。博士号を取った後は、ヨーロッパ各地でポスドクを経験し、そこで研究職を得る、または、フランス国内でCNRSの研究職を得るなどの道もある。SPCTS研究所の筆者の友人は仏レンヌ大学にて博士号の学位を修め、ドイツ、アイルランドでのポスドクを経験を経て、現在、リモージュ大学の准教授の職にある。彼はCNRSの研究員でもあり、学生指導の傍ら、自らの研究（マルチフェロイック材料）や、我々との共同研究（蛍光体や非線形光学ガラス）を行っている。

ここで、SPCTS研究所の研究について見てみよう。SPCTS(Science des Procédés Céramiques et de Traitements de Surface)は表面処理及びセラミックスプロセス科学（研究所）の略であり、その第3軸として機能性セラミックス材料、アパタイトなどの酸化物イオン導電材料、非線形光学ガラス材料などの研究を行っている。彼らの得意としているのはX線を用いた無機構造解析であり、さまざまなX線回折計を管理・運用し、グルノーブルにある放射光施設(ESRF)での実験も定期的に行っているという。また、逆モンテカルロ法によるシミュレーションや無機構造の非線形分極についての計算科学も活発で長年の実績があり、ロシアの研究グループと連携して、非線形光学ガラス材料の感受率の計算予測を行っている（写真3）。ガラスについては、酸化テルル系の材料に一早く着目し、物理学者、材料学者、化学者、計算科学者の混成チームで興味深い研究成果を発表している。リモージュという土地柄が特にガラスとの結びつきが強いわけではないが、X線結晶学の基盤があったこと、また、西に位置するボルドー大学のグループ（ここにもCNRSの研究所ICMCB等があり、筆者もリモージュの友人の出張に同行させていただいたことがある）と連携することでガラス材料の研究を行う



写真3 SPCTS研究所のP. Thomas シニア研究員（第3軸の主任研究員）と筆者（左）

素地が揃っていたことが好都合であった。聞くところによると、リモージュでのセラミックス研究が始まるに際して（50～60年前になるそうであるが）、ボルドーのCNRS研究所の一部が移転したということで、特別な繋がりがあるようである。先に述べたように、基礎科学に根差した研究が彼らの強みであり、あっと驚くような斬新なアイデアを聞くことができる。フランスという自然科学に造形の深い文化が育てられていると思う。例えば、テルル酸化合物( $\text{TeO}_2$ など)というテルル4価が普通であるが、ある結晶構造では6価になったり、また4配位構造から6配位構造へとバリエーションが高い物質である。このようなことは、一般の教科書にはあまり記述がないものであるが、SPCTS研究所は長年の研究から知見を有しており、数十年前にフランス語で書かれた論文として発表がされているものも多いと聞く。“温故知新”、今でも通用する材料のアイデアが満載であり、新鮮さが失われない。ここでまた、1つ述べておきたいことがある。それはフランス人の安全管理意識の高さである。化学物質の厳重な管理が徹底されており、化学薬品は合成室でしか扱わないことは勿論のことであるが、白衣は決して実験室以外では身に付けない、酸・塩基の処分、薬品のついた機具の取り扱いも厳重である。研究室運営の見本として大変参考になるものである。



日本とフランス。東西のそれぞれの端に位置する2つの国であるが、フランス人特有の合理性、日本人特有の同調性（和の意識）と対照的にとらえられるところもある一方、意外と人心は共通しているものであり（「フランス人はフランス語しかしゃべらない」と聞くことがある。これはそのまま日本人は...に置き換えても成り立つのが興味深い）、遠くて近い国なの

である。まだまだ興味が尽きることはない。

#### 参考図書

- ・橋本俊詔「フランス産エリートはなぜ凄いのか」中央公論新社 2015年10月
- ・柴田三千雄「フランス史10講」岩波書店 2006年5月
- ・イアン・F・マクニーリー／ライザ・ウルヴァートン「知はいかにして「再発見」されたか」日経BP社 2010年9月