版という論文誌形態はますます勢力を広げており、拡大する方向にあり、論文誌を編集発行する上で電子出版を継続することはますます重要となっている。

電子出版の現状を申し上げると私のホームページで Fig. 6 のように左上で技術・教育研究論文誌をウェブ公開している⁴⁾。個人規模管理なので、いつダウンするかわからないが、気がつけば修復・復帰させるのでこのページを愛用していたきたい。

Fig. 6 の「技術・教育研究論文誌」をクリックすると、Fig. 7 のような論文誌の電子出版ホームページ (HP) が現れる。『新着』の欄には冊子体なる前にウェブ公開された論文がリストアップされている。論文誌の「巻数・号数」の枠をクリックすれば見たい号に飛ぶことができる。例えば『新着』の [Vol.17, No.1] をクリックすればこの号の目次が Fig. 8 のように表示される。題名をクリックすれば読みたい論文にたどり着くことができる。この論文誌 (Vol.17, No.1, 2010) も 6 月発行予定なので、この特集が読まれる頃には『発行済み』にリストアップされている。

『発行済み』の欄の論文は前半のものが他の事情で掲載されていないものもあるが、リストアップしている以上事情が解消すれば第 10 巻第 1 号からすべてを閲覧できるようにする予定である。ウェブ公開の論文は pdf ファイルのダウンロードにより、手に入れることができるので、その論文を引用していただきたい。

最後に、ウェブ公開の運用に際し、福井高専で電子出版を編集・管理している上島智晃教授と佐々和洋助教には感謝申し上げます。

文 献

- 1) Editorial, *J. Technology and Education*, **9**, 109 (2000).
- 2) 技術・教育研究論文誌ホームページ, <http://bigjohn.fukui-nct.ac.jp/journal/> (2010.8.29 閲覧)
- 3) Contents, *J. Technology and Education*, **10**, (2003).

Fig. 8 新着 (Vol.17, No.1, 2010) 分のウェブ目次。

- 4) 吉村研究室ホームページ, <http://bigjohn.fukui-nct.ac.jp/> (2010.8.29 閲覧)
- 5) 国立国会図書館デジタルアーカイブポータルでの電気化学会技術・教育研究論文誌, (2010).

●著者プロフィール

氏名：吉村忠与志 Tadayosi YOSHIMURA
所属：福井工業高等専門学校 物質工学科
役職：教授
趣味：水墨画, 組紐織り

2 大学発ベンチャーとその教育的取り組み

蓮覚寺聖一

1 はじめに

コンピュータのめざましい発展と普及は IT テクノロジーによるグローバル化を押し進め、工業製品は世界規模でその性能と価格を競うことになった。日本経済は高い労働コストの産業分野での国際競争力が低下し、生産拠点の発展途上国への移転が進行中である。このような産業分野では必然的に技術移転を促し、国内の生産技術者や労働者の就労人口を低下させているが、一方では発展途上国の所得水準を押し上げて市場を拡大させる効果があり、国際競争力のある商品を開

発すれば旧来にまして国内産業を活性化する事が期待できる。すなわち、バイオ、ナノテクノロジーなどの最先端分野ばかりでなく差別化製品やブランド品を生み出す創成技術が求められる。このような時代背景から産業界は将来の企業像を最先端分野での技術開発や環境技術などに求め、経済産業省は産官学連携による新技術開発に対して補助金などの助成策を講じ、文部科学省は大学に眠る知的財産の活用を図るための法整備を行ってきた。産官学連携による新技術開発はもともと大学などの公設機関からの技術シーズを産業界で生かすこ

とに重点があったが、グローバル化の早さに産業構造変化が追従できず、リストラや正規社員数の激減など社会不安を引き起こしつつあり、早期に21世紀を担う新産業起業の一端が大学に求められた。すなわち、大学の社会貢献は高等教育とそれを支える研究論文以外に工学としての技術シーズを提供し、起業家の育成も求められている。このような時代的要請から多くの大学にベンチャービジネスラボラトリーが設置されると共に法律によって教員の兼業と知的財産権の確保を目指してTLOが導入されて大学発ベンチャーと起業家育成に期待が寄せられている。

ところで、通常の経営者と区別して独創性と冒険性を持った起業家をアントレプレナーと呼ぶが、現在の大学のカリキュラムや教員にはアントレプレナーを育成する内容や意識は希薄である。大学での研究成果は論文として発表することにあるが、研究論文の多くが基礎研究分野であり、具体的な応用を目指すものではない。もちろん、その中には魅力的な技術シーズもあり、メーカからの共同研究の申し込みもある。しかし、起業家育成のためにはどのような教育が必要なのかについてははっきりしていない。そこで筆者は大学発ベンチャーを起業し、この体験から起業家育成にどのような教育的手段が必要になるかについて考察した。

2 ベンチャー起業に必要な技術シーズ

日本と欧米先進国とくにアメリカのベンチャーに対するアプローチは極めて異なる。日本は官民から、欧米はハイリスク・ハイリターンを期待するファンド（いわゆるエンゼル）から起業資金が提供される場合が多い。大学教員は研究費を提供されて研究開発にのみ専念できるので欧米型が好ましいが、日本型の大学発ベンチャーでは研究者は基礎技術以外のコストを重視する製造技術までも視野に入れる必要がある。しかも、一回で成功するような確実性を求められる点が難しい。このような風土の違いから国内では社内ベンチャーが多く、過去の技術資産や設備を受け継いだ形で起業されている場合が多い。

技術力は商品開発力とよく言われているが筆者はベンチャー立ち上げのための市場ニーズを光触媒による環境浄化技術に求めた。光触媒とは光によって化学反応を促進する半導体膜のことであり、光触媒反応によって有機物などを酸化分解して無害化できるので環境浄化型機能性材料として脚光を浴びている¹⁾。多くの酸化半導体があるが酸化チタンは化学的に安定で無害な物質であり、光触媒作用が効果的なためよく利用されている。光触媒の応用研究は1968年に藤島らが、酸化チタンと白金電極を用いて太陽光によって水を酸素と水素に分解する現象（ホンダ・フジシマ効果）を発見したのが最初とされている。この光触媒膜としての二酸化チタン膜は多くの分野での利用が可能で、基礎研究や応用研究が盛んに行われている²⁾。現在、セルフクリーニングを目的とした外壁材へのコーティングや水（空気）清浄装置などその応用は多岐に渡り、今後も複数の産業分野の技術と融合してさらなる展開が期待されている日本独自の技術である。筆者は高機能材料を低コストで生産できる機能性酸化物薄膜製造技術としてゾル・ゲル法に焦点を当てた^{3,4)}。ゾル・ゲル法は1960年代後半にドイツのショット社がガラスに対する光機能コーティング膜の作製に用いたことにはじまる。また、コーティングはスプレー、スピン、デップコート法などいずれも簡便

なプロセスによって低温で薄膜を作製できる低コストの機能性酸化物薄膜製造技術であり、初期設備投資も少なくて良い方法である。しかし、この技術は工業的にあまり使われていない。何故ならゾル・ゲル法の欠点にゾル溶液の不安定さや利用率の低さがある。言い換えると、基体にコーティング後残ったゾル溶液はゲル化が進み再使用できないことや一度開封してしまうと長期保存できないなどがある。このような欠点を克服できれば二酸化チタン以外の酸化半導体や酸化物誘電体も簡単に薄膜コートでき、将来電子部品の安価な製造法にも期待が持てると思われる。

起業には何らかの革新的なものや差別化できる技術が必要である。ここではゾル・ゲル法の欠点を無くすとともにその長所を生かすため、ゾルではなく安定な前駆体溶液から出発し、コーティング後に基体上でゲル化（ネットワーク構築）し、低温焼成によって結晶性も高く密着性の良い酸化膜を得る技術開発を差別的課題とした。

3 差別化技術としてのゾル・ゲル法

ゾル・ゲル法の基本反応は、金属アルコキシドが水と反応してアルコールを脱離する加水分解過程（1）と加水分解後近接する-OH基と-OH基（2）あるいは-OH基と-OR基（3）がさらに反応し、架橋反応を起こす二過程（2）、（3）から成っている。

M：遷移金属

コーティングに適した溶液を製造するため、生成するゾルの-M-O-M-のサイズを脱水縮重反応で制御したり、ゾルを安定化させる分散剤を添加したり、あるいは様々な添加物を加えてゲル体からのセラミック化温度を低下させる工夫など多くのノウハウがあり、ゾル・ゲル法といっても多様である。しかし、いずれのゾル溶液も不安定さや利用率の低さが一般的である。ゾル溶液の不安定さを無くするため、微粒子ではなく溶媒に可溶で、溶媒の蒸発時に架橋反応が進行し、熱処理によって結晶化する親水基と疎水基を持つチタネートオリゴマーの作製を試みた。まず、疎水性と親水性の混合溶媒中で加水分解縮重反応させると、溶媒に可溶性親水基と疎水基を持つオリゴマーが生成し、これを基板にコート後乾燥（熱処理）すると（2）あるいは（3）による架橋反応が進行し、低温度で酸化物膜を生成した。この時のチタンアルコキシドの反応のモデル図をFig.1に示す。

上記モデルは、混合溶媒中で金属アルコキシドは加水分解時に疎水性溶媒に覆われた部位では水分子との接触を妨げ、親水性溶媒に覆われたアルコキシ基がヒドロキシル基になる。その結果、従来のゾルのようなコロイド粒子ではなく、親水基と疎水基を持つチタネートオリゴマーを前駆体溶液として得ようとするものである。しかし、これは化学の常識に反する。例えば混合溶媒としてブタノールとトルエンを用いた場合、チタンアルコキシドはその溶解度に応じてそれぞれの溶媒に分配され、加水分解はブタノール溶媒に分配されたアル

Fig. 1 Reaction model in mixed solvent.

コキシドが水と優先的に反応するので従来法と変わらないのではないかと、あるいは水との急激な反応を抑制しコロイドゾルを生成するように水の量を低下させた含水ブタノールはトルエンがブタノールに溶解することによって水を吐き出すのではないかとといった疑問である。これらの疑問は混合溶媒中で金属アルコキシドあるいはそのオリゴマーが両方の溶媒に同時に接触するのではなくどちらか一方の溶媒に個々にしか接触できないことと同義である。教科書的にはこれらの疑問は正しいのであるが、疎水性溶媒に金属アルコキシドを溶解後、水を含む親水性溶媒をゆっくり滴下していく過程で起こる反応モデルとして Fig. 1 を提案し、本法による光触媒など酸化物薄膜について報告してきた⁵⁻⁷⁾。

3.1 生成物の定性分析と前駆体溶液からの酸化物膜

チタン-*n*-ブトキシドモノマーをトルエンに溶解後、還流下で含水ブタノールを滴下し、生成物を液体クロマトグラフィー測定した結果を Fig. 2 に示す。単量体をトルエンで溶かしたものを A、4 量体をトルエンに溶かしたものを B、A を 1 時間還流したものを C、C に含水ブタノールを加え 1 時間還流したものを D、さらに 6 時間還流を行ったものを E、E を濃縮後トルエンとブタノール等量混合溶媒で所定濃度に希釈したものを F と記した。なお、ODS カラムでの測定条件は移動相に 2-プロパノールを用い、流量は 0.3 ml/min、温度 40℃、検出は紫外波長 290 nm である。

単量体をトルエンで溶かしたものを 1 時間還流するとクロマトグラムに変化がみられるがこれは空気中の水との反応によると思われる、リテンションタイム 7.5 min 付近にモノマーの特徴的ピークが見られる (C)。含水ブタノールを加え 6 時間を超えて還流を行った後は単量体のリテンションタイム 7.5 min 付近のピークが消失し、テトラマーに特異的なリテンションタイム 13.9 min 付近にピークがシフトする (E)。このピークは濃縮後希釈した状態でも観察された (F)。この結果は Fig. 1 で示した生成物が 4 量体であることを示唆している。

次いで、親水基と疎水基を持つチタネートオリゴマーが生成しているかどうかを調べるため、Ti-O 結合距離について Ti-O 結合の振動をラマン分光から求めた。チタンアルコキシドモノマー (Fig. 2A)、テトラマー (Fig. 2B) および Fig. 2 の E のそれぞれの溶液を試料とした。ガラス製のラマン管にそれぞれの溶液を 2 ml ずつ入れ、日本分光製レーザーラマン分光光度計 R800 型、光源にアルゴンイオンレーザー

514.5 nm line で 100 cm⁻¹ ~ 1600 cm⁻¹ まで測定し、その結果を Fig. 3.1 に、Ti-O 領域を Fig. 3.2 に示す。

Fig. 3.1 の単量体では Ti-OR だけの結合、4 量体では Ti-O-Ti と Ti-OR の結合があり、本方法での生成物では Ti-O-Ti、Ti-OR に加えて Ti-OH 結合が存在することから Ti-O 振動パターンは単量体、4 量体、本法の生成物の順にピークが重なり合ってブロードになると予測される。この予測は Fig. 3.2 によく表れている。なお、Fig. 3.1 の F は濃縮後トルエンとブタノール混合溶媒で D を希釈したもので希釈してもパターンに変化は見られない。

一方、Fig. 1 での反応モデルで得られた二酸化チタン前駆体溶液はチンダル光を示さないし、短波長の粒度測定でも検出限界以下であった。また、特定の混合溶媒比で反応させ、これを濃縮すると、濃縮に伴い溶液の粘度が高くなり、最終的にはガラス状態となり固化する。この固化したガラス状態のものは透明であり、ゾル・ゲル法で作製されるゲルとは異なり、溶媒で溶解することで再び元の透明溶液に戻るといった特徴がある。しかし、溶媒比が不適当だとゾル・ゲル化学反応の常識で予想される白濁化またはゲル化が起こり、元に戻らない。従って、本法で得られた前駆体溶液を塗布すると、基体上で溶媒が気化するにつれて従来法と同様に架橋反応によるゲル化が進行する。また、前駆体溶液は均一で安定性が良いので同じ方法で他の酸化物前駆体溶液を作り、任意の割合で混合しても均一な混合液が得られ、熱処理によって混合あるいは複合酸化物膜が得られる。

Fig. 4 に純アルミニウム基板上に製膜した二酸化チタンの透過電子顕微鏡写真を示す⁸⁾。前駆体溶液にデップ後 400℃ で 15 分熱処理すると二酸化チタン層とアルミニウム層の間に酸化アルミニウムのミスフィット相を形成し、密着性の良

Fig. 2 The liquid chromatogram of TiO₂ precursor solution by ODS column.

い状態で製膜できる (Fig. 4(a), (b)). (Fig. 4(b)) は上面の結晶を示す.

基板がシリコン, 水晶, ガラスなど 500℃ まで耐えられる材料であれば同様の結果が得られる. 膜厚は 1 回のデップで前駆体溶液濃度により 20 から 80 nm で調節でき, 透明膜 (干渉色有り) が簡単に得られる. また, 同様の方法で作った種類の異なる酸化物前駆体溶液を混合すると透明導電製膜

Fig. 3.1 Raman spectrum obtained from various precursor solutions.

Fig. 3.2 Raman spectrum obtained from various states.

ATO や安定化ジルコニア膜が簡単に得られる. Fig. 5 に得られた安定化ジルコニア (YSZ) 粉末の 300 から 1,100℃ までの X 線回折パターンを示す. 結晶性の良い状態が比較的低い温度 400℃ から見られ, 温度が高くなるにつれて立方晶のまま高い結晶性を示す. Fig. 6 に水晶基板に YSZ 前駆体溶液をデップコート後自然乾燥し, 500℃, 30 分熱処理した断面 TEM 像を示す. 結晶格子パラメータのまったく異なる二層がよく密着していることや結晶子サイズは数十 nm であることが分かる. このような傾向は Fig. 4 で示したアルミニウム基板でも見られ, 他の基板でも密着の良い場合は同様のことが起こると推測される.

3.2 高効率光触媒膜の開発

実用的な光触媒技術として, 防汚のための有機物分解機能

Fig. 4 Transmission electron microscope image of TiO₂ film on aluminum plate.

(a) cross sectional TEM Image
(b) surface TEM image

Fig. 5 X-ray diffraction patterns of YSZ powder annealed at various temperatures.

Fig. 6 TEM image of YSZ thin film.

を有する透明薄膜の開発が求められている。光触媒作用は光照射条件が同じであっても表面反応であるので、対象とする汚れの種類、二酸化チタン薄膜の凹凸の程度などによってその能力は異なる。光触媒能力を比較する時は同じ平滑基体と汚れを用いることが最低限必要である。本節では、トンネル照明用カバーガラス（強化ガラス）に本法で作製した二酸化チタンコーティングの防汚効果について某メーカーで試験した結果を Fig. 7 に示す。自動車排気ガスのモデル物質としてフラーレンを選び、カバーガラスの透過率が 45 % になるよう塗布し、高圧ナトリウムランプ 110 W 照射下で光触媒活性を比較した。実際のトンネル照明用商品で試験したのでランプからの距離は不明である。フラーレンが分解するにつれて透過率は高くなるので、透過率と分解率が比例関係にあるとして初期コーティング量をフラーレンの残留率 100 % とし、透過率 100 % で残留率 0 % とした。従来法での二酸化チタン薄膜およびカバーガラスの透過率を若干犠牲にしてゾル・ゲル膜に光触媒用二酸化チタン粉末を添加した膜は 200 時間照射しても残留率が 80 % 以上であるのに比べて、本法の薄膜は約 35 % 程度であり、本法での分解率を上回ることにはなかった。これは従来法でのコーティングでは何らかの接着剤を用いているのに対して本法では 20 から 30 nm の二酸化チタンだけがガラス基板に密着しているためと思われる。

二酸化チタンの光触媒能力を更に向上させるためにはより長波長の光の利用と電荷分離効率を良くすることが考えられる。前者は二酸化チタンの結晶形をルチルに、後者はバンドギャップが異なる材料に二酸化チタンで生じた励起電子を注入させ、光励起後のホールと電子の再結合を起し難くさせるなどが考えられる。二酸化チタン前駆体溶液を用いてガラス基板と FTO 基板にコートし、500 °C 熱処理した光触媒膜のメチレンブルー分解実験では、FTO 基板での分解量が勝っていたことから酸化スズと二酸化チタンの接合によってホールと電子の再結合が妨げられ、ホールや電子の密度が高くなるのではないかと考えられた。この予測は不確かでありさらに研究を要する。一方、二酸化チタンの結晶形をルチルにするには二酸化チタン前駆体溶液に酸化スズ前駆体溶液を混合し熱処理すればよいと思えた。何故なら酸化スズの結晶形はルチルしかなく、これがテンプレートとして働けば容易に二酸化チタンの結晶形をルチルにできると考えたからである。二酸化

Fig. 7 Carbon decomposition reaction test on TiO₂-anatase thin film coated on glass substrate.

Fig. 8 X-ray diffraction patterns of TiO₂-SnO₂ thin film at 500 °C.

チタン前駆体溶液に酸化スズ前駆体溶液を混合し、この溶液を硬質ガラス上にコート後 500 °C で熱処理した時の X 線回折パターンを Fig. 8 に示す。チタンに対してスズをモル比で約 0.1 以上添加するとすべて回折角はルチル型二酸化チタンとなり、回折角は添加量の増加につれて高角側にシフトし、置換型固溶体の形成を、0.5 以上になると二酸化チタンと酸化スズのルチル型からそれぞれシフトした混合結晶となる事を示唆している。二酸化チタン前駆体溶液だけから得られる二酸化チタンはアナターズからルチルとの混合相を経て 800 °C 以上でルチルになるがスズの添加で 500 °C とより低い温度で得られる。因みに水晶基体上の二酸化チタン、アナターズとルチルの混合相およびルチルの光吸収特性を Fig. 9 に示す。ルチル構造の吸収端が長波長側にあり、太陽光の利用向上に若干であるが寄与すると考えられる。チタン 3 に対してスズ 1 を加え、500 °C でルチル構造にした膜と 800 °C でルチル構造にした二酸化チタン膜の光触媒能を比較した結果を Fig. 10 に示す。自動車排気ガス残留物のモデル物質として

Fig. 9 Transparency of the anatase, rutile and mixed TiO_2 thin films.

Fig. 10 Effect of fluorescent lamp irradiation time on the transmittance of thin films coated with bokuju.

墨汁を選び、光触媒膜の基板には透明水晶を用いた。光源は 27 W 昼色蛍光灯で、照度 1000 ルクスで膜の墨汁分解による膜の透過率変化を測定した。なお、墨汁の初期量は透過率が 45 % になるように塗布した。二酸化チタン単独膜よりスズ添加膜の方が分解率が高いことがわかる。Fig. 10 の記号 (●, ▲) と (○, △) はそれぞれ蛍光灯に含まれる少量の紫外線を除かなかった場合と紫外線フィルター (Kenko DF-C+DF-M の 2 種類) で除いた時の結果である。

3.3 その他の酸化物

金属酸化物前駆体溶液は、従来のゾル溶液と比較すると高濃度であっても長寿命であり、この溶液から製膜した薄膜は種々の材料基体により接合性を示した。また、前駆体溶液を混ぜて熱処理すると、組み合わせによっては混合酸化物ではなく複合酸化物が得られる。ここでは具体的なデータを示さないが、ジルコニアとチタニア前駆体溶液を混合したときはチタン酸ジルコニウム複合酸化物が得られ、ガスセンサーに応用できる。塩基性酸化物前駆体溶液と酸性酸化物前駆体溶液を混合するとそれらの複合酸化物が簡単に基体上に薄膜として作製できる。電子伝導性の酸化物である酸化ルテニウム⁹⁾や酸化イリジウムもガラス基体上にスピコート後、500℃で熱処理すると 20 nm 程度の均一で透明な膜が得られ、それらの結晶パターンが確認された。なお、その面抵抗はスパッタ法で得られる結果と同じ $10^{-4} \Omega/\square$ のオーダーでガラスと極めて密着性が良かった。さらに、異種酸化物の積層も容易でジルコニアと酸化イリジウムの積層構造を薄膜 X 線で確認した結果を Fig. 11 に示す。浅い入射角から深い入射角に移るにつれ積層構造を反映した結果が得られている。しか

Fig. 11 X-ray diffraction patterns of thin film at various incident angle.

し、厚膜を作製する際はコーティングと焼成工程を繰り返す必要があるが多くのクラックが発生するのは避けられず従来のゾル・ゲル法と同じであった。

4 アントレプレナー教育

将来ベンチャー企業を立ち上げたいあるいは参加したいと考える学生を育てるにはどうすれば良いのであろうか。学生の気質を大別するとプラス思考、中間思考（指示されたことだけを実行する）とマイナス思考に分類される。中間思考とマイナス思考の学生には成績優秀者が多く、何かができない理由を過去の論文などから明快に説明することに長けている。偶然思ってもいなかった良いデータがでると心配のあまり再現性無しとして追及しないことが多い。成績も良くプラス思考の学生は少ないのである。起業に適した素養を持ち、emotional activity の高い学生に対し筆者は実践的教育を心がけた。すなわち、差別化技術に基づいてベンチャー企業 Advanced Surface Technology 社 (略して AST) を立ち上げ、商品開発を行う中で体験教育を試みた。商品開発は市場ニーズ調査や現在の市場規模と予測を含めて商社から情報を得ると同時に製造プロセスと原価についても検討しなければならないなどすべてタイムリミットがあることや、企業を一旦立ち上げると、商品から利益を得るようにしなければならないし、常に新商品を開拓し続けねばならないことなど説明してきた。会社も生き物なのである。簡単に夢だけ語って学生に起業を勧めるなど無責任極まりないことだと多くの人から実体験を通じて学んだ。

ところで、会社にはものを創る人、売る人および経理、管理、経営する人などの多種の人材が必要であるが、ここでは創る人について述べる。大学の工学系では多くの専門分野に分かれ、それぞれの専門知識の習得に努めて卒業論文を仕上げて卒業する。従って、学生は単位修得を目的とする記憶術に長けてくるが、決して面白いなどのこだわり面では成長しない。修士課程から博士課程では学術論文を仕上げるために多くの教科書や参考論文を読んで理解や知識を深めるが、ほ

とんどが先達の成果の補完に終わる。これは成果主義やコストパフォーマンス（費用対効果）を強調するあまり、ハッキリ先が見えるテーマしか取り上げられない教育者や研究開発者しか生き残れない現状にある。さらに、学術研究の成果を工業製品にまで発展させたいと本気で思っている教員が如何ほどいると言うのか。研究成果を利用したいならば企業側で行うべきだと大多数の大学教員は考えている。元来、大学にはそのような機能や人材は少ないにもかかわらず、多くの大学にベンチャービジネスラボラトリーが設置された。

起業家教育に対する現実的な大学での対応は、企業で開発研究員として活躍できる人材を育成し、彼らに野心さえあれば実力を蓄えて起業することに期待することである。新たなものに挑戦する気概を持った人材育成を心がけて、本法で薄膜を作り、光触媒、湿度センサー、紫外線測定器などへの応用研究を試みてきたが、その課程でも教科書や文献に載っていない製造プロセスに対して懐疑的で不信感を抱く学生や共同研究者も多く存在した。権威に頼り、寄らば大樹の蔭といった安全・安心を旨とする意識は、いつまでも権威や大樹がなんの革新もされずに存続できるという不条理に気がつき訂正されなければならない。アントレプレナーの定義にあるような独創性と冒険性を持った人材は少ないが、多くの企業や大学との共同研究を通じて知り合った開発研究者や教育者および学生の中に特別の教育・訓練を受けていないが野心家がいるということは心強い事である。起業家を育成しようとするれば、幼少の頃に発明・発見物語や冒険物語に夢を抱いた記憶を忘れずに持っている人に対して機会を提供できる教育コースを大学に併設することが好ましい。高等教育機関としての大学で基礎に重きを置く理学系と応用に重きを置く工学系をそれぞれアインシュタイン型とエジソン型と呼ぶとすれば、後者に重点をおいたイノベーション志向の経営者が教員を含めた開発研究者を組織し、半官半民の起業家向けの実践的コースを立ち上げることが必要である。

まとめ

従来のゾル・ゲル法を改良して新規酸化物薄膜製造法（アドバンスドゾル・ゲル法）を考案し、目的とする機能性酸化物薄膜が簡単に製造できる差別化技術を開発した。機能性

セラミック薄膜の応用として高性能の光触媒膜を耐熱基体上に密着性良く接合できたことから多くの利用分野が期待された。また、その他の機能性酸化物を利用したセンサーなどの製品を高価な装置を必要としないで製造できることから、ベンチャー企業を立ち上げ、教育に反映させることを試みた。しかし、この試みを通して起業家意識を育てることを図ったが、その成果は上がったとは言えない。起業家育成は極めて難しく、現有のカリキュラムでは対応できないので起業家向けのコースが必要である。

文 献

- 1) A. Fujishima, K. Hashimoto, and T. Watanabe, *TiO₂ Photocatalysis: Fundamentals and Applications*, BKC, Inc. Japan (1999).
- 2) 藤島 昭, 橋本和仁, 渡部俊也, 光触媒のしくみ, 日本実業出版社 (2000).
- 3) 作花済夫, ゴル・ゲル法の科学, アグネ承風社 (1998).
- 4) 作花済夫, ゴル・ゲル法の応用技術の新展開, シーエムシー出版 (2000).
- 5) S. Rengakuji, Y. Nakamura, and Y. Hara, *Electrochemistry*, **69**, 764 (2001).
- 6) Y. Nakamura, Y. Katou, and S. Rengakuji, *Electrochemistry*, **72**, 408 (2004).
- 7) E.-M. Mohamed, Y. Nakamura, Y. Fujii, M. Kamiya, and S. Rengakuji, *Electrochemistry*, **72**, 455 (2004).
- 8) S. Ikeno, T. Kawabata, H. Hayashi, and K. Matsuda, *Mater. Trans.*, **43**, 939 (2002).
- 9) Y. Hara, S. Rengakuji, Y. Nakamura, and A. Shinagawa, *Electrochemistry*, **70**, 13 (2002).

●著者プロフィール

氏名：蓮覚寺聖一 Seichi RENGAKUJI
 所属：北陸職業能力開発大学校
 役職：校長
 趣味：囲碁

③ イオン液体の科学— 環境調和型教材への応用

高木由美子

1 はじめに

溶媒は化学反応の要であり、合成反応の場で様々な有機溶媒が用いられている。しかし有機溶媒はその特性上、揮発性、可燃性であるものが多い。もし、不揮発性で難燃性の有機溶媒があればその有用性は大きい。イオン液体は、まさにその

ような不揮発性、難燃性を示し、しかもユニークな溶解性を示す液体である。このため、さまざまな観点から活発に研究され、単なる溶媒を超えた機能性材料としても注目されている¹⁾。新中学校学習指導要領（平成20年3月）では、「水溶液とイオン」の項目が復活し、「科学技術」の役割について