

インタビュー

無機材料研究室（日本大学工学部）



プロフィール

所在地：福島県郡山市田村町徳定字中河原 1

電話：024-956-8806

Web：http://www.chem.ce.nihon-u.ac.jp/~ueno/

e-mail：ueno.shunkichi@nihon-u.ac.jp

Q1. 研究室についてお聞かせ下さい。

私の研究室では、状態図を駆使して、新しい材料や新しい皮膜の製造方法に関して研究を進めています。多くの酸化物も高温では金属と同じように溶融します。また、凝固時は、共晶反応もあれば包晶反応も生じます。金属と異なり、溶融状態で 2 液相になる状態図も存在します。このような状態図を手掛かりに、これまででない新しい複合酸化物セラミックスができないか、毎日工夫しながら研究を進めています。金属の分野では、状態図がかなり発達しており、材料を作るうえで、頼もしい海図になり得ますが、酸化物の状態図を参考にしても、狙った通りの凝固材組織を得ることは稀です。これは、状態図が間違っているのではなく、酸化物は金属と異なり、イオンであるため、正と負のイオンが同時に拡散する必要があることと、酸素イオンが大きいため、金属のように容易に拡散しないことが要因であると考えています。したがって、組織と構成相の出現は凝固速度に大きく依存します。そこで、私の研究室では、融液から凝固する過程を詳しく調べています。急冷凝固材の高温での相変化や、ガラスあるいはアモルファスからの結晶化過程を調べることでこれまで多くの知見が得られてきました（私がずぼらなため、学会発表や論文発表はほとんど行っていませんが）。

2 つ目の研究テーマとしては、耐環境皮膜の研究を進めています。この研究は、もう 30 年行っていますが、世の中に完璧な皮膜はないというのが、私の現時点での結論です

（でも、あきらめずに、これまででないコンセプトの皮膜を考案しています。これも、私がずぼらなため、学会発表や論文発表はほとんど行っていませんが）。

3 つ目の研究テーマとして多孔質セラミックスの研究を進めています。新規でシンプルなセラミックス多孔体の製造方法に関して研究を進めています。

Q2. 1 つ目の研究テーマについてお聞かせ下さい。

金属の分野では凝固理論や組織学など凝固材の組織制御に関して、成熟した学問が成立しています。セラミックスの場合、ガラスは太古の昔から鑄造で玉を作っていました。水蒸気を含まない酸化物は、湯流れが悪い（流れない）ために、溶かして材料を作製するという発想が長く存在しませんでした。宇部興産の和久芳春先生が、1960 年代の古い短い論文に着目し、 Al_2O_3 -YAG 共晶が高温でも強度を保つことなど面白い詳細な研究データを世に送り出しました。私も和久先生と同じ職場にいたため、MGC 材料の話のいろいろ聞くことができました。目からうろこが落ちました。以来、私はセラミックスを溶かして材料を作る研究に入りました。多くの酸化物状態図は存在するものの、材料を作ろうとするときの凝固速度では、ほとんどの酸化物状態図があてにならないことがすぐわかりました。

その原因がなぜなのかもわかっていません。超急冷で微細な共晶組織を形成できる共晶系について、アモルファス状態からの相変化を追うことで、凝固時に単一の相が形成

した後、相分離することが判ってきました。

急冷するとガラスになる共晶組成の系では、不安定な結晶相が形成した後に、成分イオンのやり取りにより、安定相の生成と組織が形成することが判ってきました。

また、凝固時に単相となり、その後の冷却過程で相が分離するような系では、容易にナノオーダーの組織が形成することも分かってきました。たくさん研究データが蓄積されています。私がずぼらなため、論文にもなっていません。今後、本誌に投稿していきたいと思えます。

私がこの研究に没頭する機会を与えていただいた和久芳春先生は、昨年 8 月にご逝去されました。この場をお借りしまして、ご冥福を祈るとともに、これまでのご恩に対し深く感謝申し上げます。

Q3. 2 つ目の研究テーマについてお聞かせ下さい。

耐環境皮膜の研究も、私が博士課程を卒業した年からずっと行っています。1990 年代は、自己修復材料として窒化ケイ素や炭化ケイ素が着目されました。当時から、水蒸気が含まれると損耗が激しくなることが少し報告されていました。私は、耐エロージョンにだけ優ればいいのではないかと考えて、ムライトの皮膜を作っていました。

水蒸気やアルカリ成分の存在によりセラミックスの損耗が激しくなることが知られるようになったのは、その後のことで、2000 年になって、耐水蒸気腐食皮膜の研究を始めました。窒化ケイ素の実機試験では、基材が激しく損耗しますが、試験後の材料表面を調べると、 $\text{Lu}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ 相が析出していることが、オークリッジ国立研究所の HTLin により報告されました。 $\text{Lu}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ 相を中心に耐環境皮膜の多層コンセプトを考え、あらゆる手段で皮膜を作製し、実機とほぼ同じ条件が得られるスチームジェット試験機で試験を重ねました。ことごとくうまくいきませんでした。理想的な耐環境皮膜はできないのかもしれないと感じながら、今もその研究を進めています。

本誌の『材料の科学と工学』53[5] 159-162 (2016). に掲載していただいた解説記事は、あきらめ感が強かったこの研究に可能性を見出すものでした。最近では、ほぼクラックのない皮膜の作製プロセスが完成しつつあります (私がずぼらなため、一切公表されていませんが)。少なくとも、私が定年を迎えるまでには論文などの形で残そうと考えています。本誌にも投稿していきたいと思えます。

Q4. 3 つ目の研究テーマについてお聞かせ下さい。

多孔質セラミックスの研究として、ロータス型ポーラス

金属の製法を取り入れた、一方向に円柱状の気孔が配列した多孔質セラミックスを作製していました。同じ原理を利用して水系スラリーの一方向凝固と凍結乾燥、乾燥によって、3 次元的に気孔が連結したロータス型のセラミックスを作製しました。プロセスの開発は面白いものがありました。実験道具は、すべて 100 円ショップでそろえました。

Q5. その他の研究室で取り組みをお聞かせください。

私は、日本大学工学部の生命応用化学科に所属しています。入学してくる学生のほぼすべては、生物や医薬品に興味があり、私の研究に興味を示す学生は皆無です。そこで、一人でもいいので私の研究に興味を持ってくれるようにと思ひ、学部 2 年次生の実験授業では、ルビー・サファイア・エメラルド・ペリドットの合成実験を進めています。

その甲斐があり、年に 1 人程度、宝石に興味を持って私の研究室を志望する学生がいます。したがって、学生の研究テーマは、宝石関連です。ルチルクウォーツを作ろうとしたら、思いがけずナノ複合材料ができました。

リサイクルショップで買って来た電子レンジを少し改造して、2 段階で放電させながら SiC を加熱すると、30 秒で 1700°C まで手作り炉体を加熱することができるようになりました。電子レンジを使って宝石を 1 分で作製するという実験を、学生実験で行おうかと考えています。宝石に関連した卒業研究ですと、学生は活き活きしています。

Q6. 研究室の雰囲気や環境についてお聞かせ下さい。

現在、研究室では私と研究補助者 2 名で、1 と 2 の研究を進めています。研究室は学生にとって、社会に出ていくための訓練の場ですので、私の興味による研究には引き込みません。人間は、何かをきっかけにして自覚を持たないと、絶対に成長はあり得ません。そのきっかけを学生にはたくさん与えるように努力しています。学会に参加して懇親会に参加するというのが絶好の機会だと思いますが、この 1 年間は、あまり多くの機会を学生に与えることができませんでした。まだまだコロナは続くとのことですので、今度の卒研生には、実験道具を自分で作ってもらうことを研究テーマにしたいと思います。物がなくて目的のものを作るという困った状況において、困ったときにチャンスだということに気づいてもらえればと期待しています。

お忙しい中インタビューに応じて頂きました。期して感謝の意を表します。

(日本材料科学会 編集委員会委員長 渡邊充広)