



無容器法による表面張力測定

～高温への挑戦～

Container-free Measurement of Surface Tension for high-temperature Melt

清宮優作 千葉工業大学大学院 工学研究科
工学専攻 マテリアルサイエンス分野
Yusaku Seimiya 小澤研究室 博士後期課程3年

URL : <http://www.cit-materials.jp/ozawa/>

1 研究内容

私が所属する千葉工業大学小澤研究室では、材料を浮遊させた状態で加熱溶融できる「無容器法」を駆使した高温融体の表面張力に関する研究をテーマの一つとしています。高圧容器やパイプラインなどの溶接に代表される高温融体プロセスは、流体、熱移動、冶金などの現象が複雑に入り組んでいるため、その最適化や現象解明のために、近年では従来の実験研究に加えて、数値シミュレーションによる結果予測を行うことが必須となっています。その際、用いる高温融体の流動挙動、表面形状、濡れ等の影響を考慮するためには、正確な表面張力データが不可欠ですが、そのデータが十分に整備されているとは言い難いのが現状です。その理由は、金属融体の表面張力とその温度依存性は、ppmレベルの不純物によっても大きく影響を受ける場合が多くあるにも係わらず、鉄鋼やチタン合金などは液相線温度が非常に高く、融解時に容器との化学反応によって測定試料が汚染されることを抑制するのが難しいためです。また別の理由として、従来の測定では、雰囲気中に不純物として存在する気相の酸素が、金属融体に対して強力な表面活性効果を持つことに注意が払われていない報告が多いことも挙げられます。

そこで、私たちは、電磁浮遊法 (EML: Electromagnetic Levitation) を使用すると同時に、チャンバ内の酸素分圧を、 H_2-H_2O や H_2-CO_2 ガス平衡によって精密に制御して、表面張力測定を行っています^{1,2)}。電磁浮遊法では、上下で逆向きに巻いたコイルに高周波交流電流を流すと交流磁場が発生し、その中心に置いた金属試料には、ループ電流が流れます。このとき下型のコイルにより、試料にはフレミング左手の法則に従って上向きのローレンツ力が発生し、試料が浮遊します。また上側のコイルにより発生する下向きのローレンツ力によって、試料の飛び出しが抑えられます。また浮遊と同時に、試料は誘導加熱され、無容器状態で溶融できます。浮遊した溶融試料は、重力と電磁力の影響によって変形しますが、表面張力が復元力として働くので、この時の振動数を求

めることで表面張力を測定できます。また最近では、導電性のない高温酸化物融体の熱物性計測のために、ガスジェット浮遊法を用いた研究も始めています。

2 大学とその周辺

千葉工業大学には、主に学部1、2年生が学ぶ新習志野キャンパスと、3、4年生や大学院生が学ぶ津田沼キャンパスの2つがあります。

新習志野キャンパスは、幕張新都心からすぐの海沿いにあります。キャンパス内には、広大なグラウンドとトレーニングジムがあり、サッカーやテニス、野球などのスポーツやアクティビティが盛んに行われています。また、図書館やカフェなどが学生の学習環境をサポートし、学業に集中できる環境が整っています。学食は手頃な価格で、味にも定評があるため、殆どの学生が利用しています。また周辺エリアには大規模な商業施設や国内有数のテーマパークが存在し、毎月さまざまなワークショップやライブなどの魅力的なイベントが開催されています。

一方、津田沼キャンパスは、JR津田沼駅から徒歩二分の場所にあり、通学が非常に快適です。殆どの研究室が津田沼キャンパスにある他、学校法人直轄の10の研究所有り、例えば未来ロボット技術研究センターでは、福島原発の原子炉建屋内で放射線量の測定を行ったロボット (Quince) を開発したり、惑星探査研究センターでは、小惑星探査機「はやぶさ2」プロジェクトに参画したりするなど、各分野で活躍しています。また周辺には飲食店が多く、特にラーメン店は独自のスタイルや特徴を持つものもあり、多くの人々が食歩きを楽しんでいます。

3 小澤研究室

私の所属する小澤研究室は、博士学生1人、修士学生10人、学部四年生12人に加えて、附属研究所の栗林一彦先生が在籍しています。約60平米の部屋の半分に、学生23人分の机が配置され、残りの半分に実験装置が置かれています。一人当たりの机のスペースは一畳にも満たないほど狭いので、枱を築くように柵を高さ方向に積み上げて、限られた面積を最大

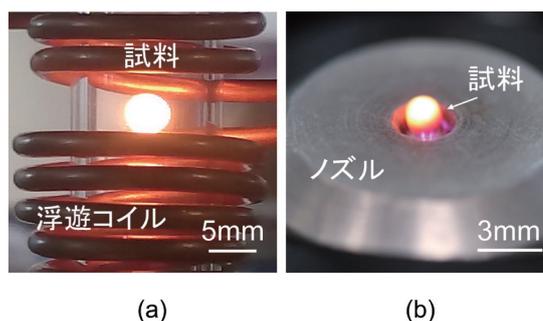


図1 (a) 電磁浮遊と (b) ガスジェット浮遊で試料を溶融させている様子 (Online version in color.)



図2 机が並ぶ学生部屋 (Online version in color.)



図3 コロナ禍が明け3年ぶりに開かれた食事会の様子 (Online version in color.)

限工夫して使用しています。

最近まではリモートワークやオンライン授業も多く、研究室内でもソーシャルディスタンスやマスク着用、アルコール消毒などの感染予防の徹底により、メンバー全員が集まることすら難しい状況でしたが、行動制限などが段階的に緩和された今では、食事会や焼き芋パーティーなどの研究室のイベントが再開され、研究メンバー同士の活発な交流が復活しています。さらに、学会参加や学外での研究活動などにも積極的に参加するなど、コロナ禍前の研究室の雰囲気に戻りつつあります。

今後も感染対策をしっかりと実施しながら、安全かつ有意義な時間を研究室のメンバーと共有していきたいと考えています。我々は研究の成果を上げつつ、仲間との絆を深め、よ

り充実した研究環境を築くことを目指しています。また成果を追求するだけでなく、温かなコミュニティとしての価値も大切にしていきたいと思います。

参考文献

- 1) Y. Seimiya, Y. Kudo, R. Shinazawa, Y. Watanabe and T. Ishikawa : *Metals*, 12 (2022) , 1129.
- 2) S. Ozawa, K. Morohoshi and T. Hibiya : *ISIJ Int.*, 54 (2014) 9, 2097.

(2023年8月24日受付)

教員からひと言

私の研究室では、現象や表面をなぞるだけでなく、その本質を追究するために、1人1人が自主的に考え、創造的なアイデアを出し合い、それをチームで形にしていくことを重視しています。このプロセス自体が価値ある学びとなり、より高度な成果を生む土壌となると信じているからです。

また勉強や研究だけでなく、遊びも全力で行うことをモットーとしています。全力で何かに取り組むことが、時には予想外の発見、いわゆる「セレンディビ

ティ」をもたらしますが、私はそれが単なる偶然による幸運ではなく、準備をしている人の元に平等に訪れ、それを掴み取る力がある時にだけ得られると思うからです。

私自身も学生から学ぶことが多く、新しい視点や斬新なアイデアは、しばしば彼らから提供されます。今後も一緒に学び、一緒に成長し、一緒に新しい成果を創出していきたいと考えています。

(千葉工業大学 工学部 先端材料工学科 小澤 俊平)