



高温酸化物融体に関する研究を通じて

九州大学大学院工学府 物質プロセス工学専攻
博士課程3年

原田 祐亮

1. はじめに

私は2014年3月に九州大学大学院物質プロセス工学専攻の修士課程を修了し、一度社会に出て研究から離れたところで経験を積み、学費を工面し、現在同大学院の博士課程3年生として研究に取り組んでいます。この度、「はばたく」への寄稿という大変貴重な機会を賜りましたので、私のこれまでの研究内容を振り返るとともに、自身の現在の研究活動について紹介させていただきます。

2. 研究活動について

私の所属する研究室では、高温(～1600℃)で融けた酸化物(酸化物融体)の粘度や密度などの物性値測定をこれまでに数多く行ってきており、近年この酸化物融体の電気容量やインピーダンスといった電気的な性質の測定も行っています。例えば電気容量測定は、酸化物融体の結晶化の検出などに用いることができます。酸化物融体はイオンが多く存在することから比誘電率が非常に高いのに対し、一方で固体結晶はイオンが結晶格子に囚われているため分極能が小さく比誘電率は低くなります。この誘電率の差を利用して、酸化物融体が結晶化した際に、電気容量の減少として可視化できます。

そのような研究を行っている研究室に所属した私は、修士課程で、「電気容量測定による過冷却酸化物融体の結晶化率の定量化」という研究テーマを頂きました。前述の通り、当時は融体と固体の誘電率の違いによって結晶化を検出できることはわかっていましたが、その量を定量化するには至っていませんでした。実際に酸化物融体の流動挙動、特に非ニュートン性の挙動を支配するのは結晶化率であることが知られていることから、結晶化率を定量化することは酸化物融体の流動挙動の解明にも大きな意義があります。研究目的を達成するために、室温での予備実験、高温での実験を繰り返しました。その結果、電極の幾何学的形状から求めた電気容量モデルと多相流体の誘電率モデルを用いて、測定した電気容量の値から、その場で融体中の結晶化率を定量化することに成功しました⁽¹⁾。それと同時に、図に示すような酸化物融体の電気容量と粘度を同時に測定できる装置を開発しました。この装置を用いることで、結晶化率の上昇を観測しながら、それともなう粘度の変化をその場で観察できるようになりました。したがって、固相が融体の流動挙動に及ぼす影響を評価することが可能となり、複雑な固液共存酸化物融体の流動挙動の解明に大きく近づきました⁽²⁾(図1)。



図1 粘度・電気容量同時測定装置。

融体と結晶の構造の違いを電気的な測定で検出、定量化できるのならば、融体同士の構造の違いも検出できるのではないかと、という発想から博士課程の研究テーマである「酸化物融体のインピーダンス測定による構造推測」という研究に現在取り組んでいます。これまで電気容量の測定を行ってきましたが、より多くのパラメータに因数分解できるインピーダンスに現在は着目しております。最初は測定自体がうまくいかず、試行錯誤の繰り返しでした。しかしこのような経験も、自身で問題を発見し解決するよい機会であったと感じています。この研究によって、インピーダンス測定と熱力学モデルを組み合わせることで、融体構造の推測が可能であることが示唆されました。また、博士課程に進学後は、修士課程の学生の研究テーマの立案、進捗管理も任されました。自分の研究のみならず、後輩の研究についてテーマを考え、そのストーリーを立てていくことは、非常に難しく大変でありましたが、同時に自分に指導させて下さっている先生方や、指導している後輩に対しての責任感を感じながらも楽しく、良い経験をさせて頂けたと、大変感謝しております。

3. 研究活動を振り返って

私は学部4年生から現在まで、当研究室で約6年研究に取り組んできましたが、失敗が続き、辛いことや壁にぶつかることも多くありました。しかしそれ以上に、問題を解決したときや研究成果が出たときの何事にも代えがたい達成感を何度も経験しました。この刺激的で心躍るような研究を、これからも柔軟な思考と高い探究心を持って取り組みたいと考えています。

最後に、豊富な経験と知識で研究のみならず普段の生活についてもアドバイスを頂いております中島邦彦教授、齊藤敬高准教授に深く御礼申し上げます。また、今回この「はばたく」の寄稿という場を設けて頂いた編集委員の方、日々私を支えてくださる両親、研究室の学生に深く感謝致します。これからも、人として、一研究者として常に感謝の気持ちを忘れず、やるべきことに精一杯取り組んで参ります。

文 献

- (1) Y. Harada, N. Saito and K. Nakashima: ISIJ Int., **57**(2017), 23-30.
- (2) Y. Harada, H. Yamamura, Y. Ueshima, T. Mizoguchi, N. Saito and K. Nakashima: ISIJ Int., **58**(2018), 1285-1292.
(2018年10月26日受理)[doi:10.2320/materia.58.49]
(連絡先: 〒819-0395 福岡市西区元岡744)