

## 金属に学ぶ

栃木県立栃木高等学校

梅山智行 川村陽大 小林一葵 橋本涼太

栃木高校は文部科学省からSSH(スーパーサイエンスハイスクール)の指定を受けています。本校のSSHでは課題を設定する力やその課題を解決する力を養うために全ての生徒が個人研究として課題研究を行います。私たちは課題研究とは別に科学系課外活動を行う目的で組織されたSSHクラブの化学班に所属し、さらに貴重な体験をしています。

化学班にもいくつかの研究グループがありますが、私たちは金属表面積グループに属し、化学反応と金属の表面積との関係について研究しています。具体的にはアルミニウムの単体を塩酸と反応させ、金属表面の溶解による表面積変化を追っています。本グループは2018年度の10月に発足しました。以下これまでの軌跡を振り返りたいと思います。

まず、研究をするにあたって、簡単に表面積を測定する方法を考えることから始めました。始めに考えた手法は、金属に微小な金属粉末を付着させ、その付着した金属粉末の質量を表面積の指標とする方法です。この方法では、反応後の金属表面に金属粉末をまんべんなく付着させることが極めて困難であるとわかりました。その後、表面積の測定に関する文献などを調べた結果、共焦点レーザー顕微鏡の存在を知ることになりました。共焦点レーザー顕微鏡は、**図1**のように物体の表面をレーザー光の反射などから解析し、表面の微小な起伏を測定することができます。しかし、その機材は高額でした。偶然ですが、学校の周辺のとある企業がその機材を所有していることを聞きつけ、お借りすることができなかと依頼しました。その企業の社長は私たちの申し出を快く引き受けてくださり、研究を開始することができたのです。

次は、金属の調達と加工を考えました。金属は加工しやすく、比較的安価なアルミニウムを選びました。実験では複数の金属片の表面の状態を同じ状態にする必要があると考えていたので、鏡面加工を試みました。部員全員で金属片を手作業で研磨しました。サンドペーパーの400番から15000番まで徐々に番手を上げ、文字通り手のみで研磨したり、研磨機を用いたりしましたが、手作業ではどうしても個人差が出てしまいました。また時間的なコストもかかってしまいました。そこで、金属表面の研磨も企業に依頼することで、表面粗さの規格の一つである最大高さ  $R_z$  を  $0.8z$  以下の鏡面仕上げ状態を実現いたしました。

最後に確立したのが実験方法でした。研究初期の頃は  $3.0 \text{ mol/L}$  塩酸にアルミニウム片を浸し、1サンプルごとに30秒ずつ反応時間を伸ばし、反応させたアルミニウム片の表面積を測定しました。すると、反応時間の経過と表面積の間に、なんとなくですが周期性のようなものが見られました。私たちはここから金属が溶解する際にその表面積変化にはなんらかの周期性が見られるのではないかと仮説をたてました。

また、空気中で反応性やアルミニウムとの結晶格子の相違点などから、鉄や亜鉛を使って同様の実験をしたり、反応時

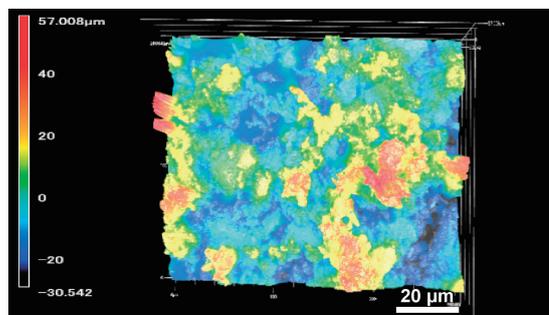


図1 共焦点レーザー顕微鏡を用いた表面積測定の様子。(オンラインカラー)

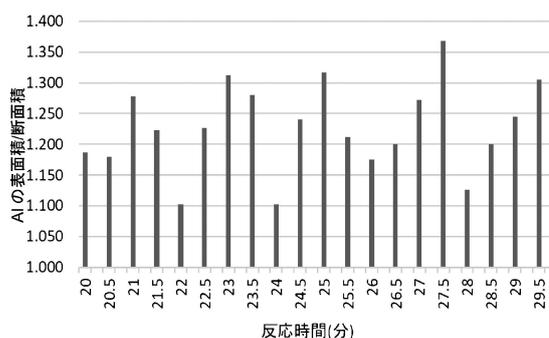


図2 塩酸によるAlの溶解反応における「反応時間」と「Alの表面積/断面積」との関係。

間を変化させたりしました。現在では、先行研究の調査から、アルミニウム単体表面に生じやすい酸化アルミニウムの存在が無視できないのではないかと考え、酸化アルミニウム除去の目的で、サンプルと塩酸を20分反応させた後に、実験を行う方法をとっています。この実験方法で反応時間とアルミニウム片の表面積との関係を表したものが**図2**になります。図2からは反応時間とアルミニウム片の表面積の間に明確な周期性が見られます。私たちは、この結果から格子欠陥によって、反応しやすい部分と反応しにくい部分が交互に溶けていくことで周期が現れるのではないかと考え、その検証方法を考えているところです。また、この結果を得るに至った実験方法も、反応中に起こる反応系全体の温度変化の管理、塩酸の濃度変化の管理ができておらず、今後の課題として捉えていますので改善してゆかねばならないと考えております。

私たちは研究を通して仲間の存在がいかに重要であるかということ強く感じました。実験方法を確立するまではもちろんですが、実験の結果が、想定していた結果とは異なるものも当然出てきます。このように行き詰まった時、私たちはグループのメンバー全員で頭を悩ませました。さらに、栃木高校のSSHクラブでは、全ての研究班が一堂に会し、進捗状況を報告し合う場があります。同じ研究グループに所属しているわけではありませんが、ここでも栃木高校の仲間から有用な意見をもらい、自分たちの研究をレベルアップすることができるのです。今回、私たちの研究の成果を日本金属学会で発表させていただき、優秀賞をいただけたのも、仲間たちのお陰なのです。

(2020年1月6日受理)[doi:10.2320/materia.59.267]  
(連絡先: 〒328-0016 栃木市入舟町12-4)