

鉄の形状とさびやすさの関係

The Relationship between the Shape of Iron and Rust

千葉県立船橋高等学校理数科 3 年

永井隆介

Abstract

There are still unknown points about the detailed nature of the rust. This research is going to reveal the nature of rust, focusing on the shape of iron. The experiment is conducted by scratching the surfaces of some pieces of iron with a cutter, and soaking them into salt water. The amount of the dissolving iron ions is an indicator of how much rust we get, and the spectrophotometer measure the amount of the iron ions by phenanthroline spectrophotometry. There seems to be a tendency that the more scratches there are, the more the iron pieces produce iron ions. In addition, the iron pieces that have more crossings seem to produce even more iron ions than ones that do not.

はじめに

「さび」の詳細な性質は未だ全て明らかではない。本研究では鉄の形状とそのさびやすさとの関係について、鉄イオンの発生量から比較し、研究した。

研究目的

鉄の形状とそのさびやすさとの関係について、特に辺の長さと頂点の数に注目して明らかにする。

研究方法

概要 表面を加工した鉄片を食塩水に浸してさびさせ、食塩水中に溶け出した鉄イオンの量をさびの量の指標としてフェナントロリン吸光光度法を用いて計測する。事前の予備実験から、傷の長さと交差の数、すなわち辺と頂点がさびの発生量に影響を及ぼすと仮定できるため、その2点に注目して実験を行う。また、実験に使用した鉄片の表面の様子を観察し実験の結果と合わせて考察する。

- 試薬
- 3% 塩化ナトリウム水溶液 [NaCl(aq)]
 - 6 mol/L 塩酸 [HCl(aq)]
 - 100 L 塩化ヒドロキシアンモニウム水溶液 [(NH₄OH)Cl(aq)]
 - 1 g/L フェナントロリン水溶液 [C₁₂H₈N₂(aq)]
 - 500 g/L 酢酸アンモニウム水溶液 [CH₃COONH₄(aq)]

- 手順
- ① 約 1.5 cm 四方の鉄片を 7 個用意する。
 - ② 鉄片の表面にカッターで図 1 のように傷をつけ、表面の形状を変化させる。(図 1)
 - ③ 鉄片より大きめのテープ A とそれに 1 cm 四方の穴を開けたテープ B を用意し、加工した面のみがテープ B の穴から露出するよう鉄片をテープで挟む。(図 2)
 - ④ スクリュー瓶で 3% 塩化ナトリウム水溶液 5.0 mL に 30 分間浸す。(図 3)
 - ⑤ 塩酸 0.40 mL を加えた後、塩化ヒドロキシアンモニウム水溶液を加えて振り混ぜる。
 - ⑥ フェナントロリン水溶液 0.50 mL と酢酸アンモニウム水溶液 1.0 mL を加えた後、イオン交換水を加えて精確に 10 mL にする。(図 4)
 - ⑦ イオン交換水をリファレンスにして分光光度計で吸光度を測定する。比較の基準は波長 510 nm の値とする。(図 5)

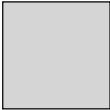
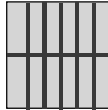
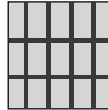
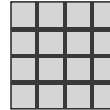
パターン							
ID	0-0	1-0	3-0	6-0	6-5	6-8	6-9
辺の長さ [cm]	0	2	6	12	12	12	12
頂点の数 [個]	0	0	0	0	20	32	36
(※微視的に、傷 1 本につき 2 cm の辺、交差 1 個につき 4 個の頂点が存在すると考える)							

図 1 傷のパターン

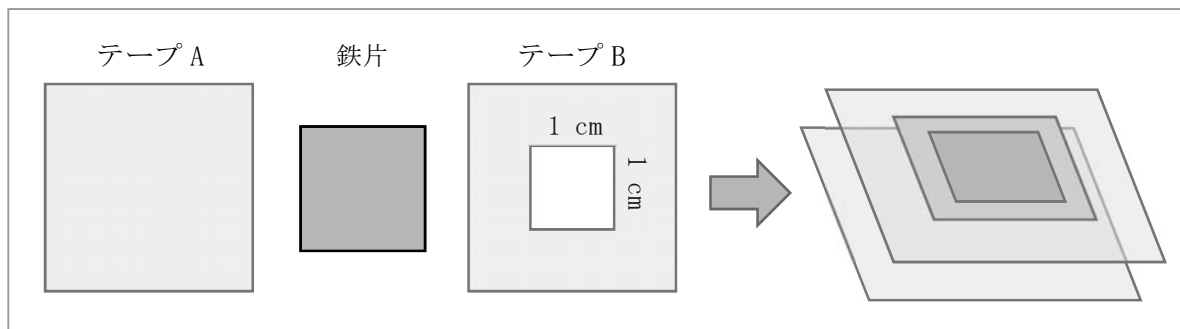


図 2 テープで鉄片を挟む図



図 3 実験中



図 4 フェナントロリン
反応後



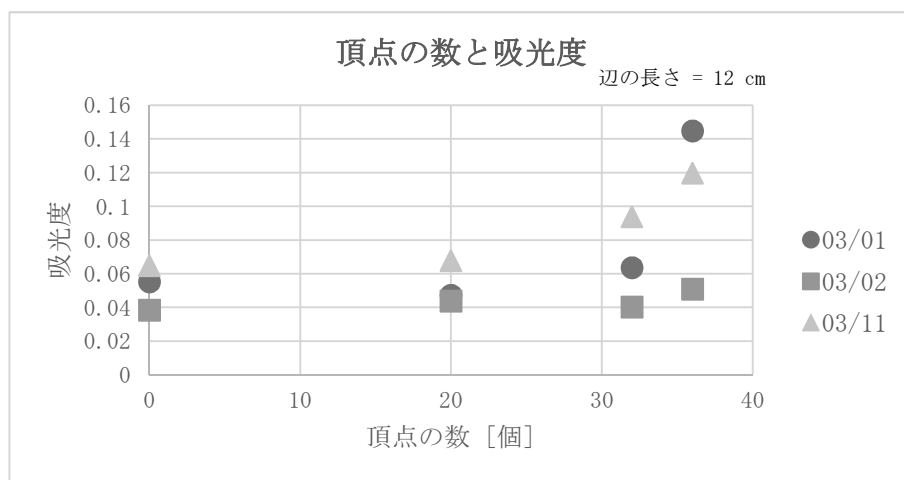
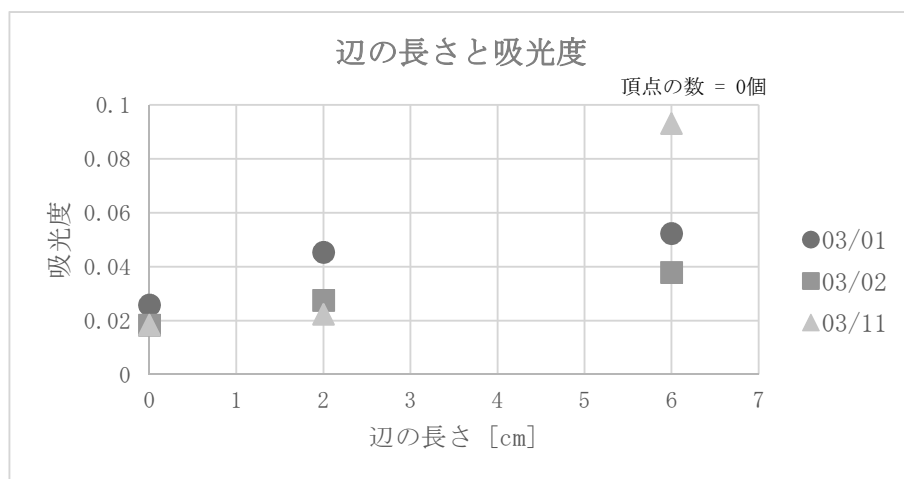
図 5 分光光度計による吸光度の測定

研究結果

結果① 3日間で3回実験を行ったところ、結果は次のようになった。

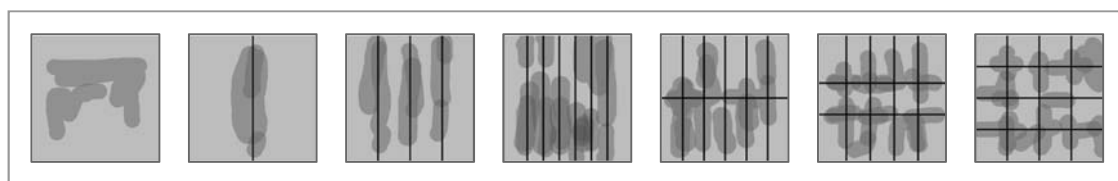
波長 510 nm における吸光度

実験日	0-0	1-0	3-0	6-0	6-5	6-8	6-9
03/01	0.0259	0.0454	0.0524	0.0554	0.0473	0.0638	0.1448
03/02	0.0184	0.0276	0.0380	0.0386	0.0439	0.0404	0.0510
03/11	0.0184	0.0224	0.0931	0.0649	0.0679	0.0938	0.1197



- 気温などの条件の変化により実験日によってデータに差異が生じてしまった。
- グラフから、辺の長さがより長いほど、また、頂点の数がより多いほど、多くの鉄イオンが検出される傾向があることがわかる。

結果② 実験に使用した鉄片のさびの分布をペイントソフトに描写し、合成してまとめたところ、以下ようになった。（黒線…傷、濃灰部…さび）



考察

得られたデータと鉄片の様子から、傷の際や交差、すなわち辺や頂点の周囲にさびが発生しやすい傾向があることがわかった。

このように構造が一定ではない、転換点となるような形状の部位はさびやすいものと考えられる。

参考文献

日本化学会編（1978）「身近な現象の化学」培風館

フェナントロリン吸光光度法による鉄の定量

<http://kuchem.kyoto-u.ac.jp/ubung/yyosuke/uebung/chemusb/chemusb2.htm>

反省・感想

この一年間の取り組みを振り返って、改めて感じたのは、見通し・計画をたてることの重要性だ。この個人研究の授業が始まった頃、私はそもそもテーマが決められず、決まってもなんだか方向性が曖昧で、こんな風に進めていきたい、という見通しが立てられなかった。今の研究成果はそんな中で手探りに実験を繰り返して改善や方向性の修正を繰り返してきた結果で、それはそれで良かったとも思うのだが、どうしても時間に限りがある以上、予備実験レベルのデータとしての精度に劣る実験が多く、きちんとしたデータの不足感が否めない。もっと多くのデータが有れば、もう少し詳しいところまで踏み込んだ考察ができたかもしれないし、インキュベータを使って温度を一定に保つなど、誤差を少なくする工夫もできたかもしれない。となるとやはりもっと早くから今のカタチにたどり着いていたらなあと思ってしまうのだ。

ただ、まだまだ完璧には程遠いが、今の段階で辿り着いた実験方法も、得られたデータも、そしてそこから導いた考察も、自分でここまでやったんだと思うとなんとかとても達成感のようなものを感じられ、感慨深い気持ちになる。外部で発表したり英語合宿をしたり台湾に行ったりと貴重な経験もできたし、先生方にも支えられて、課題研究では多くのものを得られたと思う。

私は船橋高校で課題研究をすることができて本当に良かった。