

触媒反応の不思議と分析への応用

応用化学科 川久保 すすむ うえた いくお
進、植田 郁生

【はじめに】

今日の実験では「触媒反応」を体験します。皆さんの教科書には、触媒について「反応前後でそれ自身は変化せず、反応速度のみを変える物質を触媒という」のように書かれていると思います。本当に触媒は変化しない物質なのでしょうか。振動反応と呼ばれる周期的に色が変わる反応を観察し、触媒反応とは何かを考えてみます。また、光を使って振動反応の振動数や周期を測定し、鉄の分析に応用してみます。

【不思議な色の変化—振動反応】

振動反応とは何でしょうか？ 下の反応(1)は、硫酸で酸性にした溶液中でマロン酸 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ (サトウダイコン中にカルシウム塩として存在) を臭素酸イオン BrO_3^- で酸化させる反応ですが、鉄イオンと臭化物イオン Br^- を加えると、反応(2),(3),(4)が起こります。鉄イオンに注目しますと、鉄イオンは Fe^{2+} と Fe^{3+} の状態を繰り返しているだけです。鉄は触媒として働いています。ここで、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} と反応して、それぞれ青色、赤色になる試薬1,10-フェナントロリン(Phenと略す) (図1) を加えておくと、図2のように周期的な色の変化が観察できます。

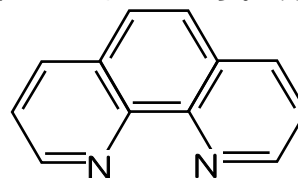
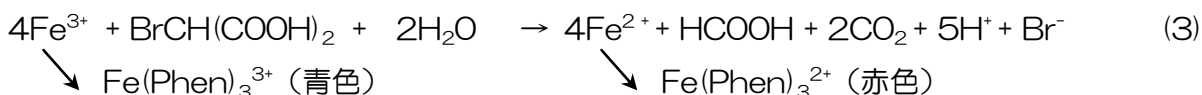


図1 1,10-フェナントロリン



実際は、もっと複雑な反応が起こり、反応(2),(3)のどちらが優先的に起こるかは、 Br^- の濃度によって決まると考えられています。

“日陰者”だった振動反応

振動反応は、発見された当初、奇妙で異常な反応として軽視されたようですが、酵素反応でも見出され、最近では、生体反応のモデルとして研究されるようになり、ビタミンCなどの分析に利用されています。水銀滴を心臓のように動かす実験例もあり、化学的なスイッチング・デバイスとしての利用も期待されています。

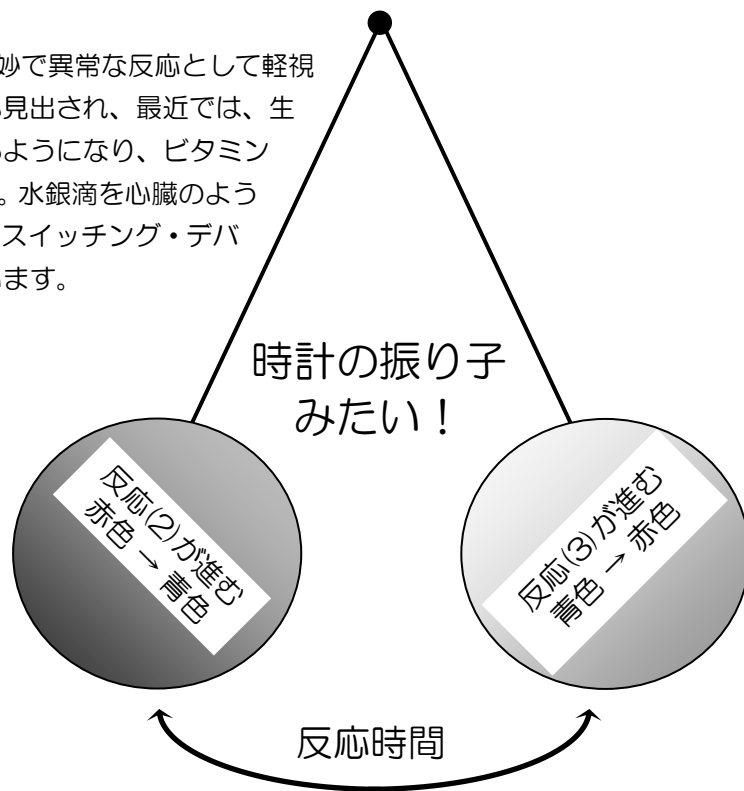
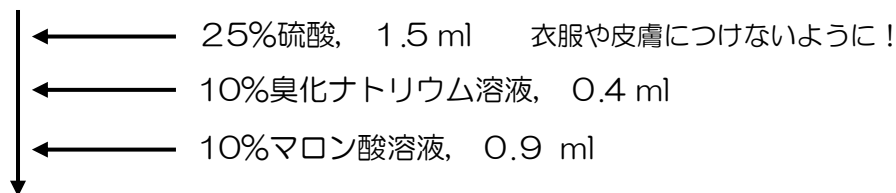


図2 振動反応の原理

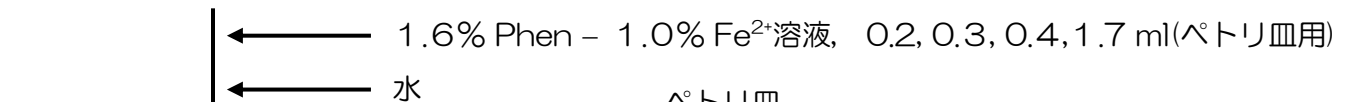
【反応を観察しよう】

反応の仕組みは難しいかもしれませんが、次のように試薬溶液を混ぜれば振動反応が起こります。

10%臭素酸ナトリウム溶液, 4ml



溶液が褐色から透明になるまで待つ 発生する気体を吸わないように!



試験管の8.5mlの目盛まで水を加える

試験管

観察 色の周期的変化が起こりますか?

ペトリ皿

観察

ペトリ皿で反応させるとどのような模様が現れるでしょうか?

【反応を測定しよう】

赤色が強くなるとシグナルが増える測定装置を使って振動反応の振動数(一定時間に同じ色が現われる回数)や周期(再び同じ色の強さを示すまでの時間)を測定します(図3)。触媒である鉄の濃度と振動数や周期の関係を求めてみます。関係があれば、その関係(図4)(検量線といいます)を使って鉄の濃度が測定できます。

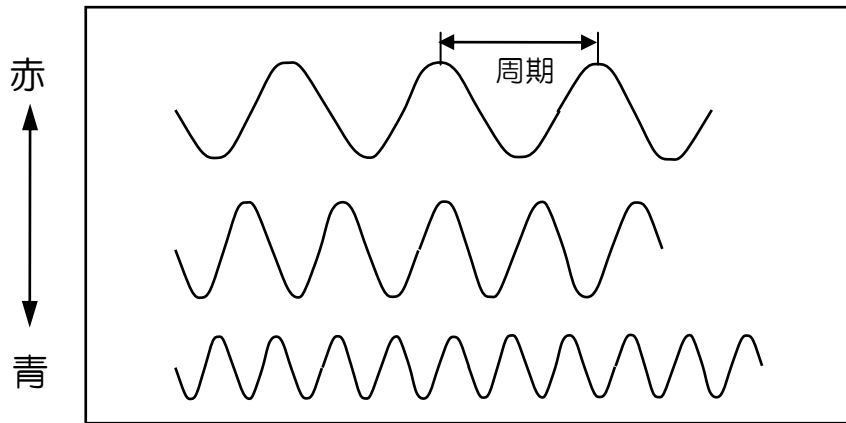


図3 振動反応の測定

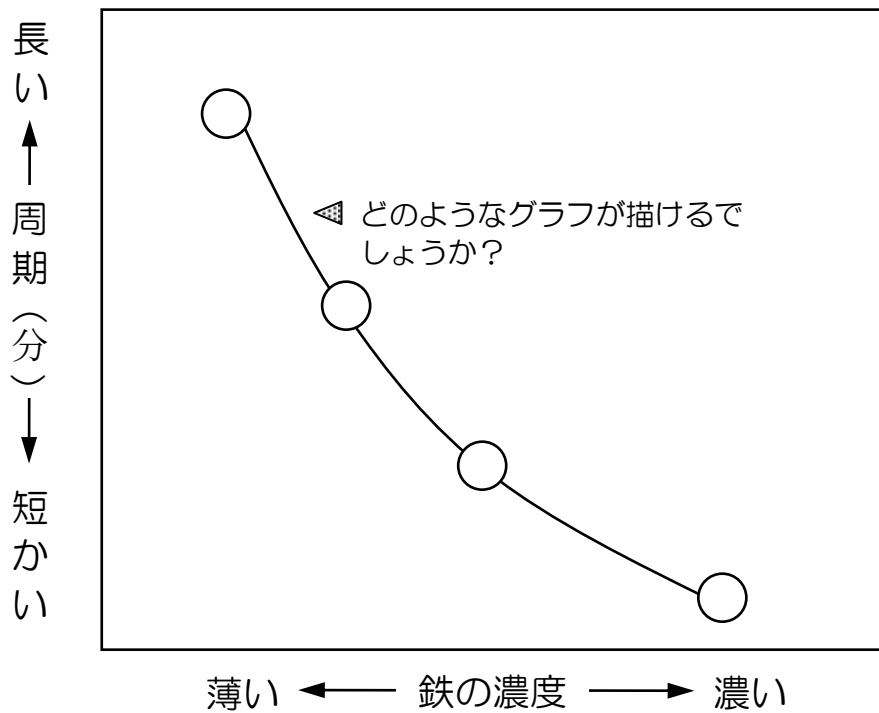


図4 鉄の濃度と周期の関係