

時計反応

2617 曾我羽菜 2536 水野結衣

要旨

混ぜると色が変わる水溶液の実験動画を見て興味を持ち、自分たちで反応時間をコントロールできるようになりたいと思い研究を始めた。デンプンを含んだヨウ素酸カリウム水溶液と亜硫酸水素ナトリウム水溶液を混合し、ヨウ素が生成されるまでの時間が変化する要因について調べた。実験の結果、反応時間は水溶液の濃度・温度に反比例することが確認できた。

1. 目的

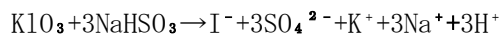
ヨウ素酸カリウム水溶液と亜硫酸水素ナトリウム水溶液を混合し、ビーカー内の色が変わるまでの時間をコントロールできるようにする。

- ・可溶性デンプン
- ・ビーカー
- ・マグネチックスターラー
- ・デジタルサーモメーター
- ・ウォーターバス

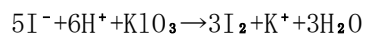
<時計反応について>

2種類の溶液を混合すると、数秒経ってから溶液の色が変わる反応。私たちが研究した2つの水溶液では、以下の反応が起きている。

KIO_3 と NaHSO_3 が反応



HSO_3^- が消費されると



I_2 が生成されるとデンプンと反応し、青紫色を呈する。



2. 仮説

反応時間が変わる要因として①質量②濃度③温度が関わっていると考えた。

①質量を増やすほど、反応しやすくなるが、ある量からは変化しなくなる。

②濃度を高くするほど反応しやすくなり、色が変わるまでの時間が短くなる。

③水溶液の温度を高くするほど粒子の運動が活発になり、色が変わるまでの時間が短くなる。

3. 使用した器具・装置

- ・ヨウ素酸カリウム (KIO_3)
- ・亜硫酸水素ナトリウム (NaHSO_3)

4. 各実験の手順と結果・考察

【実験①】

時計反応の確認

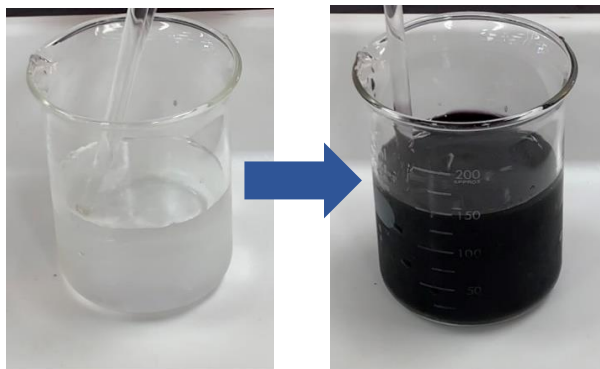
○手順

1. ヨウ素酸カリウム 4.3 g を純水に溶かして 1L にし、A 液とする。
2. 純水 100 mL に可溶性デンプンを 4 g 加えて加熱しながら攪拌する。
3. 別の容器に亜硫酸水素ナトリウム 5.2 g を純水 500 mL に溶解する。
4. 2 と 3 を混同し、さらに純水を加えて 1L にし、B 液とする。
5. 2 つの水溶液を混合し、色の変化を観察す

る。

○結果

混合して少し時間がたってから、混ぜ棒で混ぜようとビーカーの中に入れた瞬間、透明だった水溶液が一気に青紫色に変化した。



○考察

- ・色が変わるまでに数秒かかったことからヨウ素が生成されるまでの反応に少し時間がかかることが分かった。
- ・攪拌していないのに、ビーカー全体の色が一気に変化したことから、反応がビーカー全体で同時に起こっていると考えられる。
- ・A液が濃度が0.020mol/L、B液が0.050mol/Lであったことから、濃度を変化させていくと反応までの時間も変化するのではないかと考えた。

【実験②】

B液の量を変化させる

○手順

1. 実験①の1~4と同様の手順で水溶液を用意する。
2. A液を50mLずつ測り取る。
3. B液を5.0mL、10mL、15mL…と増やしたものを用意する。
4. 一方をマグネチックスターラーに載せ、もう一方を加えて色が変わるまでの時間を調べる。

●水溶液を加え始めた瞬間からビーカー全体の色が変わるまでの時間を測定し、これを反応時間と呼ぶことにする。

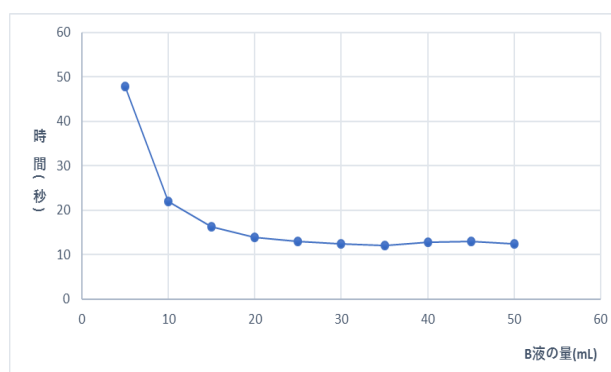


○結果

B液の量(mL)	反応時間(秒)
5.0	47" 85
10	21" 90
15	16" 36
20	13" 86
25	13" 06
30	12" 50
35	12" 05
40	12" 76
45	13" 00
50	12" 40

B液の量を増やすほど反応時間が短くなった。

○考察



- ・グラフより、B液の量と反応時間には反比例の関係が無いといえる。
- ・B液の量が25mL~50mLではほぼ横ばいになっていることから、この時の濃度ではA液の2分の1の量で最も早く反応する。

【実験③】

B 液の濃度を変化させる

○手順

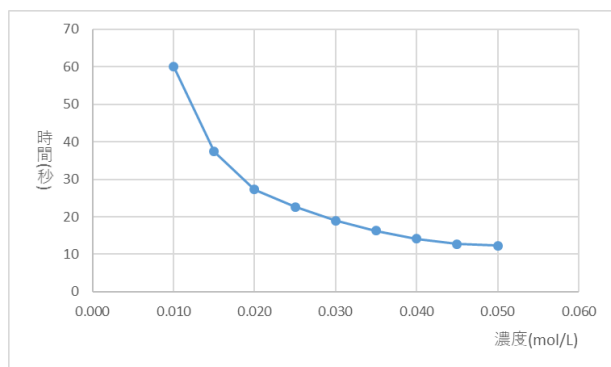
1. 実験①の 1～4 と同様の手順で水溶液を用意する。
2. A 液を 50mL ずつ測り取る。
3. B 液の濃度を 0.010mol/L～0.040mol/L の範囲で変化させるために加える B 液を 50mL、45mL、40mL…と 5.0mL ずつ減らしてビーカーに入れ、さらに (50-B 液) mL の純水を加えて 50mL とする。
4. 一方をマグネチックスターラーに載せ、もう一方を加えて色が変わるまでの時間を調べる。

○結果

B 液の濃度 (mol/L)	反応時間 (秒)
0.010	60" 01
0.015	37" 40
0.020	27" 30
0.025	22" 60
0.030	19" 00
0.035	16" 03
0.040	14" 01
0.045	12" 70
0.050	12" 30

B 液の濃度を高くするほど反応時間が短くなった。

○考察



・グラフより反応時間が B 液の濃度に反比例する。

【実験④】

A 液の濃度を変化させる

○手順

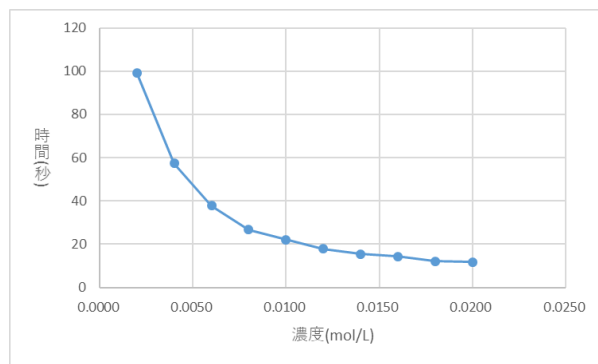
1. 実験①の 1～4 と同様の手順で水溶液を用意する。
2. B 液を 50mL ずつ測り取る。
3. A 液の濃度を 0.0020mol/L～0.020mol/L の範囲で変化させるために加える A 液を 50 mL、45mL、40mL…と 5.0mL ずつ減らしてビーカーに入れ、さらに (50-A 液) mL の純水を加えて 50mL とする。
4. 一方をマグネチックスターラーの上に乗せ、もう一方を加えて色が変わるまでの時間を調べる。

○結果

A 液の濃度 (mol/L)	反応時間 (秒)
0.0020	99" 19
0.0040	57" 40
0.0060	37" 80
0.0080	26" 80
0.010	22" 20
0.012	17" 90
0.014	15" 40
0.016	14" 30
0.018	12" 10
0.020	11" 70

A 液の濃度を高くするほど反応時間は短くなった。

○考察



・グラフより反応時間が A 液の濃度に反比例する。

<実験⑤>

水溶液の温度を変化させる

○手順

1. 実験①の 1～4 と同様の手順で水溶液を用意する。
2. A 液、B 液ともに 30mL ずつ測り取る。
3. ウォーターバスを使用して、水溶液を加熱する。
4. 一方をマグネチックスターラーに載せ、もう一方を加え、色が変わるまでの時間を調べる。

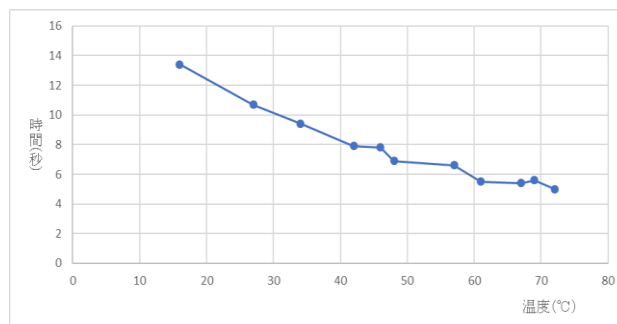


○結果

温度(℃)	反応時間(秒)
16	13" 40
27	10" 70
34	9" 42
42	7" 90
46	7" 80
48	6" 90
57	6" 60
61	5" 50
67	5" 40
69	5" 59
72	5" 00

温度を高くするほど反応時間が短くなった。

○考察



・温度を一定に保つことが難しく、誤差のある結果となったが、グラフより反応時間と水溶液の温度は反比例に近い。

<実験⑥>

水溶液の温度と A 液の濃度を変化させる

○手順

1. 実験①の 1～4 と同様の手順で水溶液を準備する。
2. A 液の濃度を 0.0040mol/L～0.016mol/L の範囲で変化させるために加える液を 40mL、30 mL…と 10mL ずつ減らしてビーカーに入れ、さらに (50-B 液) mL の純水を加えて 50 mL とする。
3. B 液を 50mL ずつ用意する。
4. ウォーターバスを使用して、水溶液を加熱する。
5. 一方をマグネチックスターラーに載せ、もう一方を加え、色が変わるまでの時間を調べる。

○結果

30℃

A 液の濃度 (mol/L)	反応時間(秒)
0.010	58" 30
0.020	24" 00
0.030	15" 30
0.040	12" 70

50℃

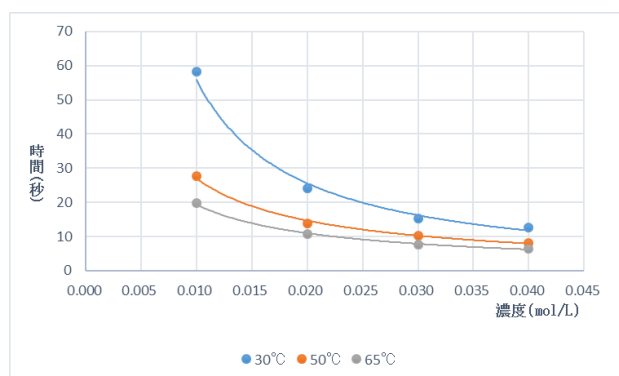
A 液の濃度 (mol/L)	反応時間 (秒)
0.010	27" 80
0.020	13" 90
0.030	10" 20
0.040	8" 20

65℃

A 液の濃度 (mol/L)	反応時間 (秒)
0.010	19" 70
0.020	10" 70
0.030	7" 69
0.040	6" 40

濃度・濃度を互いに高くするほど反応時間は短くなった。

○考察



・グラフより、右下がりの曲線であることから 0.040mol/L よりも高い濃度の時に同じ反応時間を示すのではないかと考えた。

<実験⑦>

水溶液の温度と B 液の濃度を変化させる

○手順

1. 実験①の 1～4 と同様の手順で水溶液を準備する。
2. A 液を 50mL ずつ用意する。
3. B の濃度を 0.010mol/L～0.040mol/L に範囲で変化させるために加える液を 40mL、30mL、20mL…と 10mL ずつ減らしてビーカーに入れ、さらに(50-B 液)mL の純水を加え

て 50mL とする。

4. ウォーターバスを使用して、水溶液を加熱する。
5. 一方をマグネチックスターラーに載せ、もう一方を加え、色が変わるまでの時間を調べる。

○結果

- ・ビーカー全体の色の変化が見られなかった。
- ・65℃で B 液 0.040mol/L の時、一瞬だけ色の変化が見られたが、すぐに消えてしまった。

○考察

- ・実験②の常温で実験したときは色の変化が見られているため、なぜ変化しないのかという疑問が残った。

5. 7つの実験を通しての結果と考察

- ・実験③～④より、反応時間と水溶液の濃度は反比例する。
- ・実験③と④より、どちらも反応時間に反比例するが、比例係数は異なっていると考えられる。
- ・実験③と⑥より、同じ濃度での温度と反応時間が反比例していない。

6. 今後の展望

- ・酸化剤または還元剤をもうひとつ加えた時の反応時間の変化を調べる。
- ・水溶液を作ってから経過した時間による反応時間の変化を調べる。
- ・同じ実験を複数回行い、より正確なデータを得る。
- ・実験⑥でさらに濃度を高くしたときの反応時間の変化を調べる。

7. 謝辞

研究に協力してくださった先生方ありがとうございました。

8. 参考文献

・おもしろ科学実験室(工学のふしぎな世界)

科学反応の見える化！山口大学工学部

<http://www.mirai-kougaku.jp>

・東京書籍 改訂 化学教科書