

# 「パラジクロロベンゼンの融点測定」を成功させるための工夫

自然系（理科）コース 上田定範  
自然系（理科）コース 野口稔崇  
自然系（理科）コース アンボンサバーサキナ

## I はじめに

中学校理科1分野（上）の1年生で扱う化学分野の中に「融点の測定」という実験がある。加熱時間による純粋なサンプルの温度上昇の際に融点をはっきりと分かるという内容の実験である。しかし、教科書に載っているグラフのように融点をはっきりとわかるグラフが描けることが少ない。教科書の例ではパラジクロロベンゼンを記載していることが多いが融点が約80℃のナフタレンを使用してみたこともある。しかしパラジクロロベンゼンと同様により結果は得られなかった。また、授業の中の自由実験の時間（单元ごとに復習の意味を兼ねてもう1回実施してみたい実験を各班ごとに工夫してやる時間）にアルミ箔で全体を覆ったり、温度計の高さを変えるなどして実験した班もあったが同じような結果に終わった。

教科書に記載されている実験なので中学校現場の設備でうまくいかないわけがないと思える。少し工夫をすればよい結果を得ることができるはずである。学校現場で役立つよういろいろと改善点を導き出して、よい結果を得たいと考え実験方法の検討を行った。

## II 教科書及び実験書の調査

昨年度まで使用されていた啓林館の教科書及び今年度から使用されている東京書籍社の中学校1分野（上）を比較調査した。これらに記載されている実験方法はほぼ同じであり、啓林館の教科書の指導書に記載されている内容もほぼ同じであった。

## III 実験方法の検討及び結果

実際の授業で融点をはっきりとわかるグラフが書けない原因を明らかにするために以下に示す3つの観点から検討を行った。

### ① 実験に用いるサンプル

- ・ 8-キノリノールとパラジクロロベンゼンによる比較

### ② サンプルへの熱の伝わり方の工夫

- ・ 試験管を二重管にした場合と教科書記載同様二重管にしない場合の比較
- ・ 水を入れる容器をビーカーにした場合とコニカルビーカーにした場合の比較

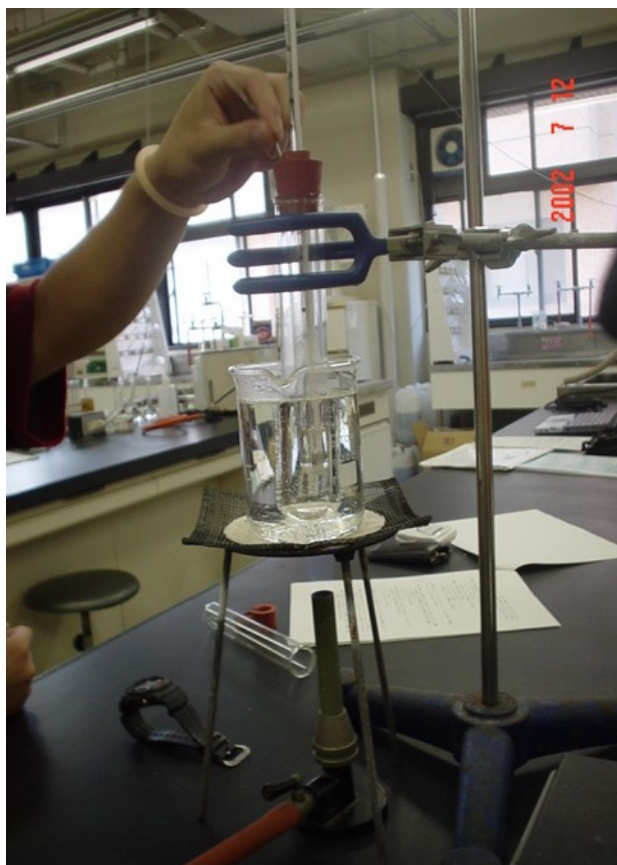
### ③ 実験開始時の水温設定

- ・ 水道水から開始した場合と40℃の湯から開始した場合の比較

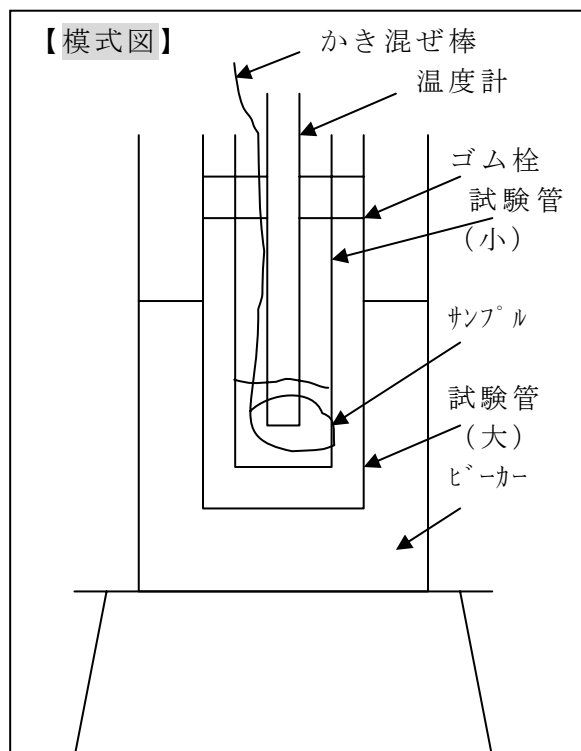
### 【III-1：実験に用いた器具および試薬】

- ・ 試料：8-キノリノールおよびp-ジクロロベンゼン ・ ガスバーナー
- ・ マッチ ・ 金網 ・ 三脚 ・ 試験管（大1個，小1個）
- ・ ゴム栓（大1個，小1個） ・ 試料掻き混ぜ棒 ・ スタンド ・ 薬匙
- ・ 薬包紙 ・ 上皿てんびん ・ 温度計
- ・ 300mlビーカー（300mlコニカルビーカー）

### 【Ⅲ－２：実験図および模式図】



試験管をビーカーに入れて  
実験した場合



### 【Ⅲ－３：サンプル】

- ・ 8-キノリノール(オキシ)

$C_9H_7NO = 145.16$     m.p. : 72~76°C    b.p. : 267°C

水に難溶。有機溶媒に可溶。

- ・ p-ジクロロベンゼン

$C_6H_4Cl_2 = 147.00$     m.p.: 54~56°C    b.p. : 173°C

アセトン, エタノールに易溶。エーテル, クロホルム, ベンゼンに可溶。水に不溶。

### 【Ⅲ－４：実験内容】

中学校の教科書では、p-ジクロロベンゼンを使用して融点が 55°C 付近にはっきりとあらわれるグラフが載っている。そのグラフの横軸の時間は 20 分であるので、できれば 20 分以内に実験が終了し、グラフに平らな線があらわれるように改良したいと考えた。

次頁に行った実験の流れを示した。

### 【Ⅲ－５：実験の流れ】

#### 実験①

中学校の教科書の通りに実験をした。

- ・ サンプル量の指示はなかったので 5 g とした。
- ・ サンプルは 8-キリノール(オキシ)を使用。
- ・ 水に直接サンプルの入った試験管を入れて加熱した。

#### 実験②

中学校の教科書の通りに実験をした。

- ・ サンプル量の指示はなかったので 5 g とした。
- ・ サンプルは p-ジクロロベンゼンを使用。
- ・ 水に直接サンプルの入った試験管を入れて加熱した。

実験①と②よりサンプルは 8-キリノールと p-ジクロロベンゼンのどちらを使用しても融点をはっきりとしたグラフが書けないことが判明した。今後は試験管を二重構造とした。

#### 実験③

- ・ サンプルは 8-キリノール(オキシ)を使用。
- ・ サンプル量は 5 g とした。
- ・ 水はビーカーに入れた。

#### 実験④

- ・ サンプルは p-ジクロロベンゼンを使用。
- ・ サンプル量は 5 g 。
- ・ 40℃にあたためた湯を使用した。

実験③, ④よりどちらも融点をはっきりとわかるグラフが書けたが融点になるまでの時間が短い p-ジクロロベンゼンを使用することとした。また、同じ容量の場合ビーカーではなくコンカルビーカーを使用した方がサンプル全体を水(湯)の水面より下の方に確実に浸すことができると判断し、実験⑤以降はコンカルビーカーを使用した。

#### 実験⑤

- ・ サンプル量は 5 g 。
- ・ 40℃の湯を使用した。

湯を準備する必要もないと判断し、水道水を使用した。

#### 実験⑥

- ・ サンプル量は 5 g 。

実験の時間短縮をはかり、サンプル量を少なくし、それ以外は実験⑥と同じ条件で実施した。

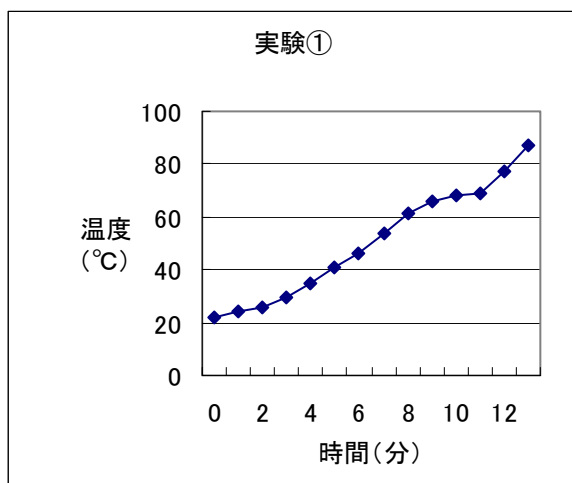
#### 実験⑦

- ・ サンプル量は 3 g 。

【Ⅲ－6：結果】

〔実験①〕

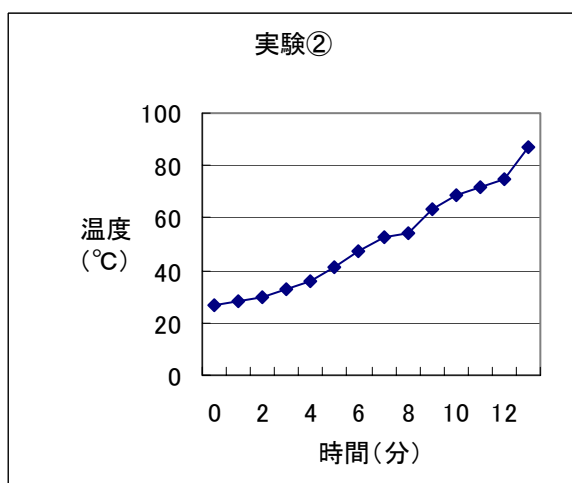
時間 (分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
温度 (°C)	22.0	24.5	26.0	29.5	35.0	41.0	46.0	54.0	61.0	66.0	68.0	69.0	77.0
時間 (分)	13												
温度 (°C)	87.0												



グラフが平らになる部分が 68°C 付近で少し見られるが、サンプルの 8-キノリノールの融点は 72~76°C であり、よい結果とはいえない。

〔実験②〕

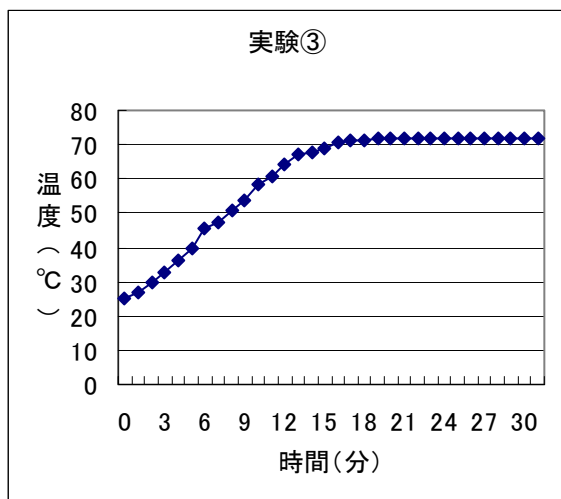
時間 (分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
温度 (°C)	27.0	28.5	30.0	32.5	36.0	41.5	47.5	52.5	54.5	63.5	69.0	72.0	75.0



グラフに平らな部分があらわれない。中学校現場の実験ではこのような結果になることが多い。

[実験③]

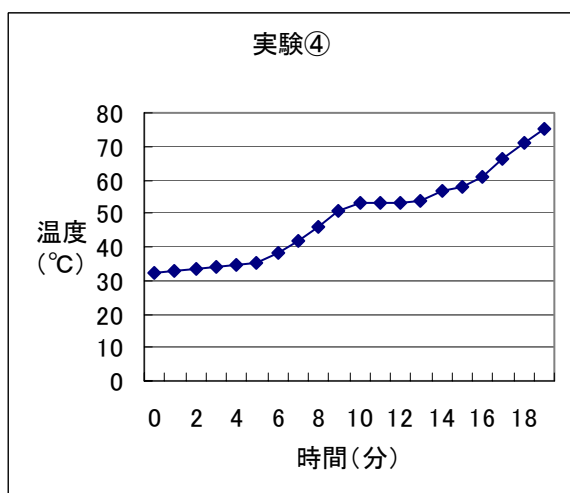
時間 (分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
温度 (°C)	25.0	27.0	30.0	32.5	36.0	40.0	45.5	47.5	51.0	54.0	58.5	61.0	64.0
時間 (分)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
温度 (°C)	67.0	68.0	69.0	70.5	71.0	71.5	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0
時間 (分)	26	27	28	29	30	31							
温度 (°C)	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0							



グラフに平らな部分があはつきりとあらわれたが、時間がかかりすぎ中学校の授業時には適さない実験であったと判断し、中断した。

[実験④]

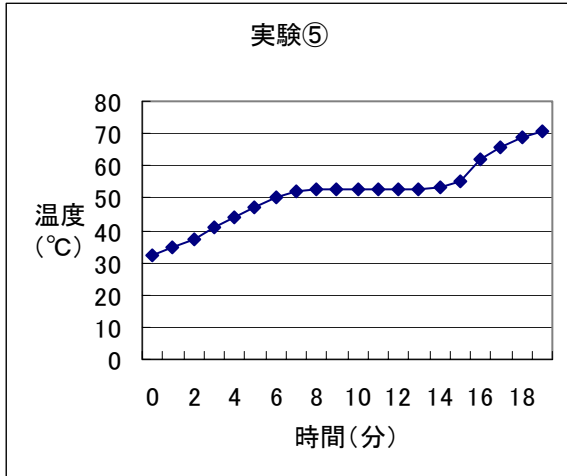
時間 (分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
温度 (°C)	32.0	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	38.0	42.0	46.0	51.0	53.0	53.0	53.0
時間 (分)	13	14	15	16	17	18	19	20					
温度 (°C)	54.0	57.0	58.0	61.0	66.0	71.0	75.0	79.0					



グラフに平らな部分があはつきりとあらわれた。実験開始5分間程度はタイムラグがあるように思える。

[実験⑤]

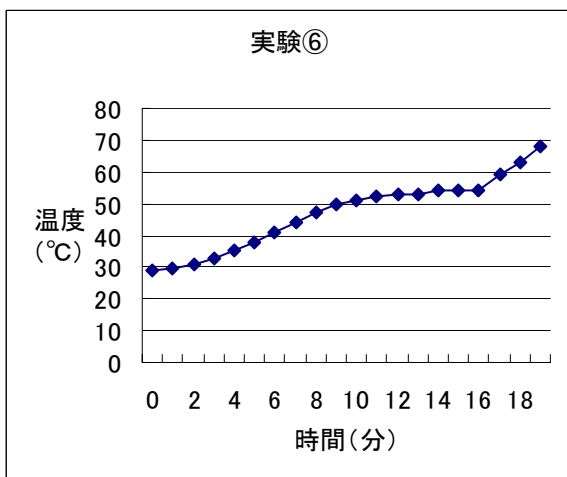
時間 (分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
温度 (°C)	32.0	35.0	37.0	41.0	44.0	47.0	50.0	52.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0
時間 (分)	13	14	15	16	17	18	19	20					
温度 (°C)	53.0	53.5	55.0	62.0	66.0	69.0	71.0	72.0					



ビーカーの代わりにコニカルビーカーを使用した結果実験④に比べタイムラグがなくなった。よい結果が得られた。

[実験⑥]

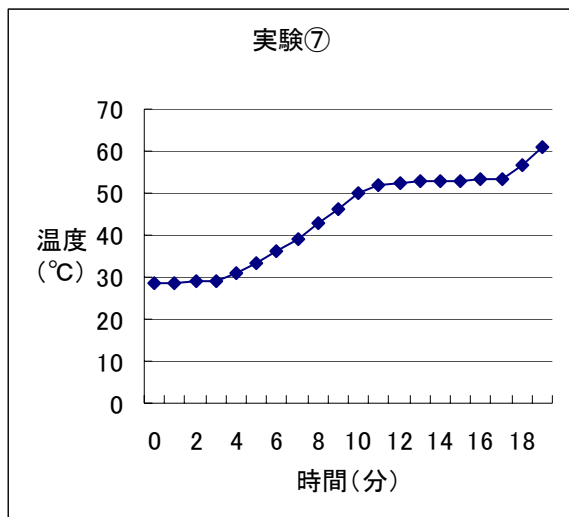
時間 (分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
温度 (°C)	29.0	29.5	31.0	33.0	35.0	38.0	41.0	44.0	47.0	50.0	51.0	52.0	53.0
時間 (分)	13	14	15	16	17	18	19	20					
温度 (°C)	53.0	54.0	54.0	54.0	59.0	63.0	68.0	73.0					



実験⑤は 40°C の湯を使用した。実験⑥は水道水を使用した。タイムラグが実験開始後に少しあらわれた。

[実験⑦]

時間(分)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
温度(°C)	28.5	28.5	29.0	29.0	31.0	33.5	36.0	39.0	43.0	46.0	50.0	52.0	52.5
時間(分)	13	14	15	16	17	18	19	20					
温度(°C)	53.0	53.0	53.0	53.5	53.5	56.5	61.0	67.0					



実験⑥と似たような結果となった。温度計の液溜め部分がサンプルで覆われていれば結果が大きく変わらないようである。

※ 実験④～⑦は再現性を試す意味もあり、2回ずつ実験をした。1回分しか記載しなかったが、ほぼ同じ結果になったので2回目のデータは割愛した。

#### IV まとめ

- ・実験①，②と実験③～⑦の比較より、教科書通りの実験方法ではサンプルを変更しても必ずしもよい結果が得られないと判断できる。
- ・実験③と実験④の比較よりサンプルは融点に達するまでの時間の短いp-ジクロロベンゼンを使用した方がよいと判断できる。
- ・実験④と実験⑤より水（湯）を入れるのはビーカーよりコニカルビーカーの方がよいと判断できる。
- ・実験⑤と実験⑥の比較より、水と湯の違いにより実験に要する時間は大きく変わらないと判断できる。
- ・実験⑥と実験⑦の比較より、サンプル量は温度計の液溜め部分が覆われる程度であれば大きく違いはないと判断できる。

以上のことより次のことがいえる。

- ・試験管は二重構造がよい。
- ・湯と水の違いは大きく変わらないので、授業前の準備を考えると水の方がよい。  
(実験開始時のタイムラグが気になるようであれば湯のほうが望ましい)
- ・水を入れるのはコニカルビーカーがよい。
- ・中学校の授業時間を考えるとサンプルはp-ジクロロベンゼンを使用する方がよい。
- ・サンプル量は温度計の液溜め部分が覆われれば大きく結果に違いはない。

なお、本課題研究を行うにあたり、武田 清助教授及び喜多雅一助教授に助言をいただいたので、記して感謝する。

## V 文献

- ・新訂理科1分野上 新興出版啓林館 平成8年1月31日検定済
- ・新しい科学1分野上 東京書籍 平成13年2月28日検定済