

## 「前線面観察セット」

### 1 材料の準備

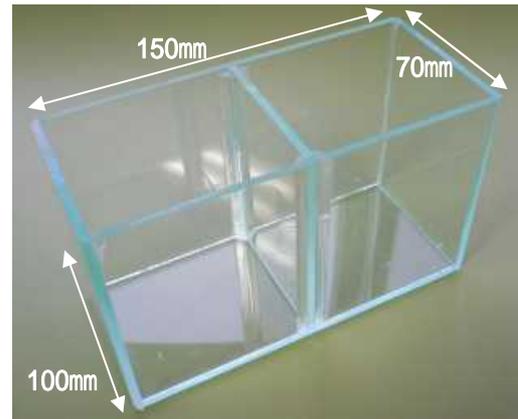
【表1】は、前線面観察セットを作成するための製作材料である。実験に用いたアクリル水槽は、【図1】に示したもので、容積はおよそ1,000mlである。【表1】には示していないが、水密性を高めるための「仕切り板」の「おさえ」を作るために、断面が半分にカットして売られている5mmのアクリルの角材2本ずつを用いている。

洗濯のりの着色については、青色のポスターカラーを少量とり、よく混ぜただけである。

青色の洗濯のりと無色の洗濯のりに温度差をどのようにして与えるかという点がこの実験のポイントであった。いろいろと試行錯誤を重ねた結果、一方の洗濯のりのビーカーに保存用ラップをかけて電子レンジで加熱すればよいことがわかった。その電子レンジと加熱時間については、次に述べる。

【表1】「前線面観察セット」の製作材料

|             |           |               |
|-------------|-----------|---------------|
| アクリル板       | 3×450×600 | ホームセンターで購入    |
| アクリル用接着剤    | 1         |               |
| 洗濯のり(750ml) | 1         |               |
| ポスターカラー(青)  | 1         |               |
| 保存用ラップ      | 1         |               |
| 500mlビーカー   | 2         | 備品(教材取扱店より購入) |
| 電子レンジ       | 1         |               |



【図1】実験に用いたアクリル水槽

### 2 電子レンジによる加熱時間と水の温度

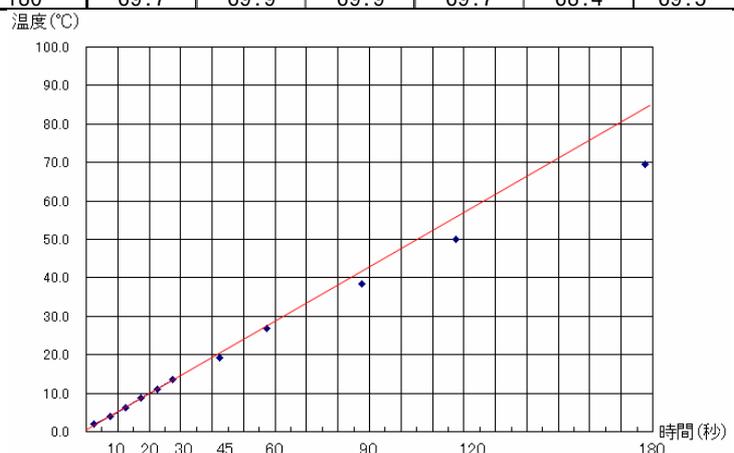
【表2】は、電子レンジによる加熱時間と水の温度を調べたものである。使用した電子レンジは、National NE-S300Fである。また、ビーカーはIWAKI製のTE-32 500mlビーカーである。実験では、300mlの水を一定時間加熱した

時の温度の上昇を調べた。この結果をグラフ化してみたところ、次の【図2】のようになった。グラフを見ると、加熱時間が60秒あたりまでは水の温度変化は加熱時間に比例するものの、それ以降はだんだん下がっていることがわかる。これは、温度変化が大きくなればなるほど、熱量が水蒸気への気化熱として使われてしまうためではないかと推測される。

今回の教材では、あまり温度差がありすぎると、気団に見立てた2つの洗濯のりが早く混ざってしまうので、40以上の温度差は必要としないので、比例の関係が成立している加熱時間だけを対象とする。

【表2】電子レンジによる加熱時間と水の温度(300mlの水)

| 時間(秒) | 温度変化(°C) |      |      |      |      | 平均   |
|-------|----------|------|------|------|------|------|
|       | 1回目      | 2回目  | 3回目  | 4回目  | 5回目  |      |
| 5     | 2        | 1.7  | 1.9  | 1.8  | 1.9  | 1.9  |
| 10    | 4        | 4    | 4    | 4.2  | 4.1  | 4.1  |
| 15    | 6        | 6.2  | 6.1  | 6.5  | 6.3  | 6.2  |
| 20    | 8.6      | 8.7  | 8.5  | 9    | 8.7  | 8.7  |
| 25    | 10.9     | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 11.2 | 11.0 |
| 30    | 13.6     | 13.4 | 13.3 | 13.5 | 13.6 | 13.5 |
| 45    | 19.3     | 19.7 | 19.1 | 19   | 19.4 | 19.3 |
| 60    | 27       | 26.1 | 28.5 | 26.4 | 26.5 | 26.9 |
| 90    | 37.2     | 38.5 | 39.8 | 37.8 | 38.1 | 38.3 |
| 120   | 52       | 48.4 | 49   | 50.9 | 49   | 49.9 |
| 180   | 69.7     | 69.9 | 69.9 | 69.7 | 68.4 | 69.5 |



【図2】電子レンジによる加熱時間と水の温度のグラフ

### 3 観察に適正な時間と温度差

観察に適正な時間は、生徒にとって十分に観察時間を確保することができる時間でなければならない。1～2分程度が望ましいのではないかと考える。

しかし、東京書籍の実験も大枝教諭の実験も生徒の観察時間は、わずか数秒程度である。

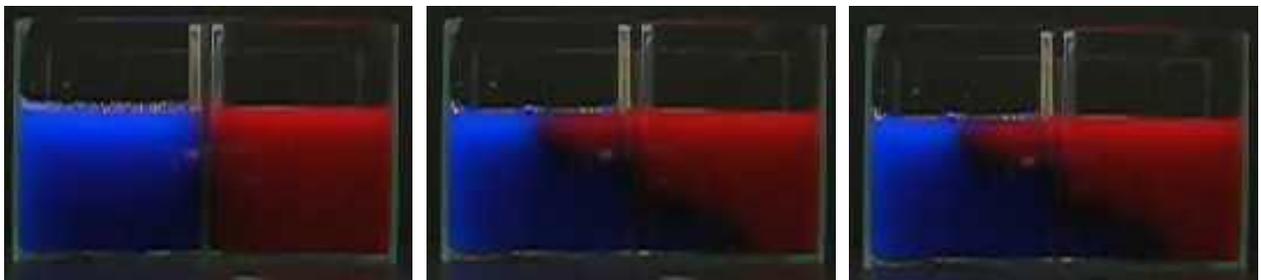
その点を明らかにするために行った実験が【表3】に示したものである。

「赤・青の色水」、「透明・青の色水」、「透明・青の洗濯のり」を、温度差がだいた

い5、10、15、20となるように電子レンジの加熱時間を設定して実験を行った。

水を使った実験では、仕切りをとってから観察が終了するまでおよそ5秒程度であり、生徒にとっての観察時間を十分に確保できているとは考えにくい。

【図3】は、赤色の水に温度差を10（電子レンジによる加熱時間25秒）与えて実験したものであるが、「しきり」をはずしてから、青色の水が赤色の水の下にもぐりこむまで、わずか6秒であった。しかも、前述のとおり、「赤・青の色水」を使った場合は横方向からの観察しかできず、前線面を認識することはできなかった。そのため、前線面を観察するためには、東京書籍の実験のように暖気に見立てた水が透明でなくてはならないと考えた。

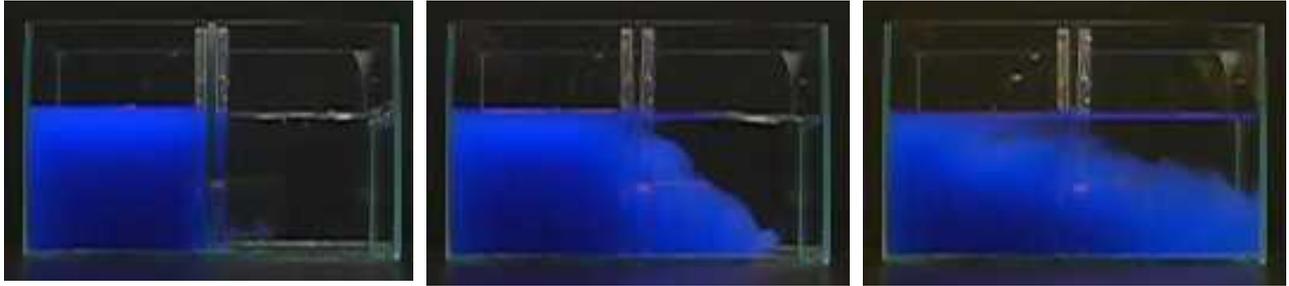


【図3】温度差10で実験したときの様子

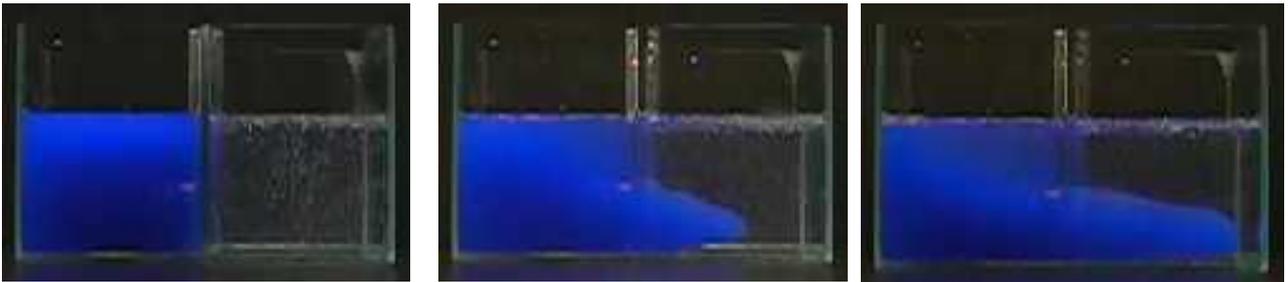
【図4】は、透明な水に温度差を10（電子レンジによる加熱時間25秒）与え、寒気に見立てた水だけ青色に着色して実験をしたものである。「しきり」をはずしてから、青色の水が透明な水の下にもぐりこむまでにかかった時間は、4秒であった。赤と青色に着色した場合より時間が早まったのは、片方が透明であったためと考えられる。これは、赤と青に着色した場合であっても同じく4秒程度であったと思われるが、着色されていたためはっきりと観察者に見えなかったためと推測される。また、「透明・青色の水」では、境界面は一応観察できたものの、ほとんどはすぐに透明な水と青色の水が混ざり合ってしまう境界面がはっきりしないという欠点が見られた。

【表3】電子レンジによる加熱時間と反応が終了するまでの時間

| 実験の対象     | 電子レンジでの加熱時間(秒) |         | 寒気モデルが反対側の壁にぶつかるまでの時間(秒) |
|-----------|----------------|---------|--------------------------|
|           | 加熱時間           | 温度差(°C) |                          |
| 赤・青の色水    | 15             | 6.2     | 7                        |
|           | 25             | 11.0    | 6                        |
|           | 35             | 16.6    | 4                        |
|           | 45             | 19.3    | 3                        |
| 透明・青の色水   | 15             | 6.2     | 5                        |
|           | 25             | 11.0    | 4                        |
|           | 35             | 16.6    | 3                        |
|           | 45             | 19.3    | 2                        |
| 透明・青の洗濯のり | 15             | 6.2     | 160 (25)                 |
|           | 25             | 11.0    | 120 (15)                 |
|           | 35             | 16.6    | 90 (10)                  |
|           | 45             | 19.3    | 60 (8)                   |



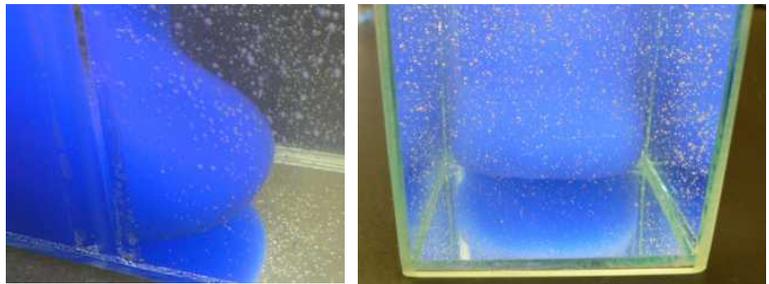
【図4】水：片方だけ着色：温度差 10 で実験したときの様子



【図5】洗濯のり：片方だけ着色：温度差 10 で実験したときの様子

【図5】は、透明な洗濯のりに温度差を10（電子レンジによる加熱時間25秒）与えて実験したときの様子である。写真からだけでは、【図4】と大差ないように見えるが、「しきり」をはずしてから、

青色の洗濯のりが透明な洗濯のりの下にもぐりこむまでにかかった時間は、およそ120秒であった。他の加熱時間の場合でも、水を使った場合に比べて極端に観察時間が増えていることがわかる（【表3】）。【表3】中の（ ）で示した数字は、【図6】の真中の写真のように、青色の洗濯のりが透明な



【図6】斜め上、正面から見た様子

洗濯のり側の中間に達した時の時間を示している。

このように、洗濯のりを使った実験では、明らかに生徒にとっての観察時間が増えており、尚且つ、水を使った時よりも境界が明確であり、十分に前線面を認識することができる。【図-30】は、このときの実験を別な角度から見たときの様子である。前線面だけでなく、前線についても十分に確認することができる。【図-30】は、このときの実験を別な角度から見たときの様子である。前線面だけでなく、前線についても十分に確認することができる。

洗濯のりに5の温度差を与えた場合は、10のときより観察時間がさらに長くなり、より生徒にとっての観察時間が確保できることがわかる（【表3】）。

以上より、前線面および前線を観察するには、

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>(ア) 観察に適正な時間は、1～2分程度であること。</li> <li>(イ) 洗濯のりを用いて実験することが望ましいこと。</li> <li>(ウ) 洗濯のりに与える温度差は、約5～10（電子レンジでの加熱時間は15～25秒）が望まし</li> </ul> |
|--|

という3点がわかった。

#### 4 「前線面観察セット」の個別化

アクリル水槽を作るためには、費用面からも製作にかかる時間からも教師にとって大きな負担である。そこで、安価で手に入り、数をそろえることができるようなアクリル水槽の代わりになるものが必要である。

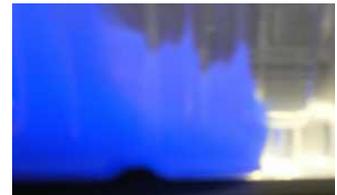
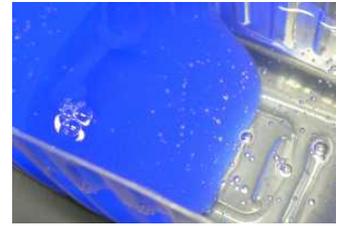
アクリル水槽の変わりとして工夫したのが、1000mlのペットボトルである。このペットボトルは最近発売されたものであるが、上方からの俯瞰はよいものの、横方向から見ると蛇腹の部分が視界を妨げるという欠点があることがわかった。

その他の素材として試したのが、100円均一ショップで販売されている模型用の展示用ケース(【図8】)である。展示用ケースは無色透明で、何種類かの大きさのものが販売されている。「しきり」については、洗濯のりを使う場合はさほど水密性を必要としないので、工作用の厚紙等でつくったものを使用する。厚紙では、何回も使い回しすることは難しいが、一度、型紙を作って印刷しておく、切るだけで使用できるようになるので便利である。

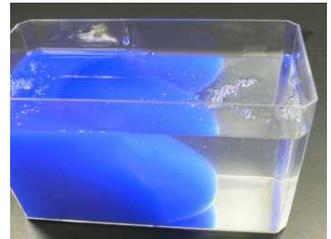
この実験で注意する点は、洗濯のりを展示ケースに注ぐ際の「しきり」の扱いについてである。「しきり」が固定されていないので注いでいる間に簡単に動いてしまう。それを防ぐために補助者が必要となる。

#### 5 観察・実験の手順

- (1) 500mlビーカーを2個、洗濯のり2本(750ml)、展示ケース(アクリル水槽)、しきり、保存用ラップ、着色用のポスターカラー、電子レンジ、葉さじ等を用意する。
- (2) 500mlビーカーに洗濯のりを300ml程度注ぐ。このとき、できるだけ気泡が入らないようにビーカーを傾けて壁面を伝わらせるようにすると良い(【図9】)。
- (3) 片方の洗濯のりに葉さじ等で着色用のポスターカラー少量を良く混ぜる。
- (4) 着色していない洗濯のりに保存用ラップをかけ、電子レンジで時間を測りながら加熱する。
- (5) 展示用ケースに「しきり」をセットし、補助者に保持してもらいながら、着色・無色の洗濯のりを一気に注ぎ込む。
- (6) 「しきり」をすばやく抜き取り、観察する。



【図7】ペットボトルを使った実験の様子



【図8】展示用ケース(上)展示用ケースを使った実験の様子(下)



【図9】洗濯のりを注ぐ時の様子