

シャドウグラフ法を用いた水のあたたまり方の可視化

藤森隼一

1 研究目的

今年度より、新学習指導要領が全面実施となった。小学校第4学年では、引き続き、「金属、水、空気と温度」についての学習が設定され、水は熱せられた部分が移動して全体が温まることについて学習する。小学校で学習を行う一方で、加熱された水がどのように移動していくのかについては不明な部分も多い。気体や液体の密度の変化を可視化する技術としてシャドウグラフ法が用いられている。これを使用すると、点光源とスクリーンの間に対象物を置き、対象または周辺の密度差をスクリーンに映し出すことで気体や液体そのものの流れを可視化することができる。このような、透明な媒質の中で場所により屈折率が違うとき、その部分にしま模様やもや状の影が見える現象はシュリーレン現象と呼ばれる。信州教育出版の教科書では、水に沈んだ削り節の移動や示温インク（サーモインク）の色の変化を観察することを通して水のあたたまり方を考えていく構成になっている。しかしながら、これらの方法は、削り節の移動やサーモインクの色の変化を観察しているのであって、水そのものの移動を示しているわけではない。そこで、シャドウグラフ法を用いることで、水そのもののあたたまり方について検討することができるのではないかと考えた。本研究では、水のあたたまり方および、水のあたたまり方を観察する教材開発と教材としての有効性について検討することを目的とする。

これまでの実験から、ビーカーのように曲面のある容器を使用すると、光が散乱するため像がスクリーンに映し出されなかった。そこで、本実験では、1対の平行面をもつ容器を使用して実験を行った。

2 実験

図1に、実験の様子を示す。光源には、LEDを1つ使用した懐中電灯の発光部を、1mm程度の穴をあけたアルミホイルで覆い、点光源としたものを使用した。スクリーンとして、ブックエンドにA4用紙を張り付けたものを使用した。加熱器具として、電磁石を使用した。図2に加熱部の様子を示す。容器としてナリカ社のミルソーを使用した。水の入ったミルソーに電磁石を入れ、7.5Vの電圧をかけることで熱源とした。スクリーンに映し出された像を撮影した。

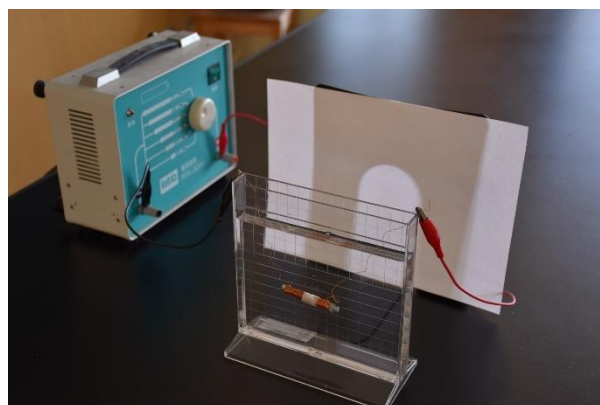


図1 実験器具の設置

3 結果

図2および3に、観察された像を示す。図2は、電磁石を容器中央に横向きに設置、図3は、電磁石を容器に向かって左端に縦向きにして設置して実験したものである。温められた水が上昇していく様子が観察された。観察された像は、ガラス製容器を使用したときのものよりもはっきりしていた。水は、加熱にともない上昇し、水面に到達した後、水面を加熱部から遠ざかるように移動した。下降する様子は観察されなかった。これは、電磁石を使用して加熱したので、火よりも発熱量が少なく、水全体を対流させるほどの動力を得られなかったためであると考えられる。



図2 水が入ったミルソーの中央に電磁石を横にして加熱した際に観察された像



図3 水が入ったミルソーの左端に電磁石を縦にして加熱した際に観察された像

4 考察

本実験は、平行面をもつ容器を使用して水を加熱した。プラスチック製容器のミルソーでは、容器内で水が移動していく様子を観察することができた。一方で、加熱によって上昇した水が水面に達したのち、下降していく様子までは観察されなかった。これは、電磁石によって加熱したために、発熱量が少なかったことに起因すると考えられる。

水を入れたミルソーに電磁石を入れて加熱すると、水は、加熱にともない上昇し、水面に到達した後、水面を加熱部から遠ざかるように移動していくことを観察することができた。これは、教科書に示されている対流モデルと同じである。このことは、本実験が、小学校の水のあたたまり方を観察する実験として使用可能であることを示唆している。