

第2学年「気象とその変化」における 前線のでき方を観察する授業の一実践

—サーモインクを使用した前線観察装置を活用した授業づくり—

三浦 健太郎

気温の変化や降雨、四季によって変化する天気など、気象の変化は生徒にとって非常に身近な自然現象であり、多くの直接体験をしているはずである。しかし、そういった変化が実際にどのような形で起きているかを観察することは難しい。そこで、温暖前線や寒冷前線のでき方を観察する実験装置の開発を試みた。そして生徒自身にモデル実験を行わせ、前線のでき方について理解を深めることをねらいとした授業を実践したので、報告する。

[キーワード] 中学校理科 前線観察装置 サーモインク

はじめに

小学校では、天気に関する単元に関しては4年生で「1日の気温の変化」、5年生で「雲の量や動きと天気の変化との関係」について学習している。また4年生の「ものの温まり方」の単元では、あたたかいものは上昇することを学習している^{*1)}。

この単元においては、上昇気流のでき方、雲のでき方などについて学習している。これらの既習事項をもとに前線付近で起こっている現象をモデル実験で再現させ、前線のでき方と特徴について理解させられるよう単元を計画し、実践を行うことにした。

今回は、第55回北海道中学校理科教育研究会釧路大会において、筆者が行った授業と、それまでにいたる実験装置の開発の内容について報告する。

1 実験装置の作製

(1) 概要

この実験では、温暖前線や寒冷前線のでき方や特徴を生徒に理解させることを目的として装置を開発した。装置の原型になったのは、北海道立教育研究所附属理科センターより紹介された、室温の水と冷水のそれぞれにサーモインクを使用し、水槽の中でその2つが混ざり合うとき

ずを観察するものである^{*2)}。この装置をヒントに、サーモインクを使用して色水による温度変化を目視できる装置へと改良をした。

(2) サーモペーパーの準備

サーモインクとは、もともとは青色だが40℃以上になるとピンク色となるインクである。これをキッチンペーパーにしみこませて乾燥させた。

(3) 薄型水槽

(2)で作製したサーモペーパーをA3版ラミネート紙で加工し、長辺を半分は切って薄型水槽の壁面として使用した。1つのラミネート紙では強度不足であったため、2つ重ねて加工した。ただし、サーモペーパーができるだけ温度変化しやすいように水槽の内側にラミネート部分が1枚だけくするように作成した。(図1)

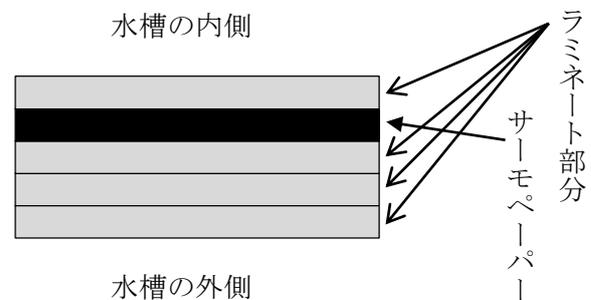


図1 壁面の断面図

壁の間には薄い発砲スチロールをコの字型に切ったものを使用した。発砲スチロールと壁面は、1mm程度厚みのある粘着テープを使用して、すき間のないよう貼り合わせた。その後、試行実験を繰り返した際に水漏れが確認されたため、接着剤ですきまを埋めた。

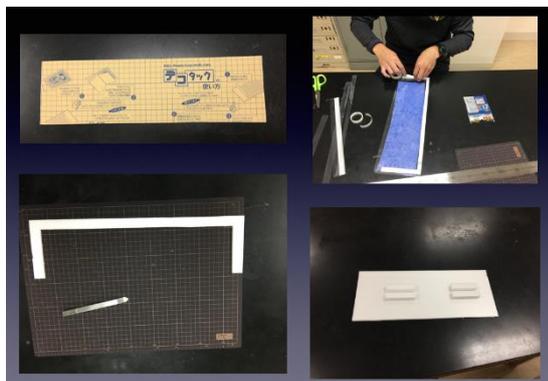


図2 教材作成の過程

(4) 噴出ユニット

注射筒にシリコンチューブを接続し、噴出ユニットとした。色水を噴出する際、実際の気団が押し寄せてくるイメージにより近づけるため、水槽に緩衝材を設けた。これは、目が細かすぎずあらずぎないものが良いと考え、スポンジの裏についている不織布を使用した。

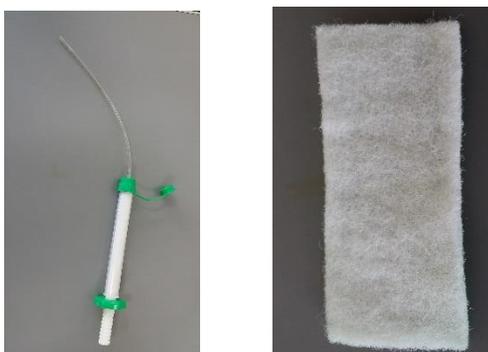


図3 噴出ユニットと不織布

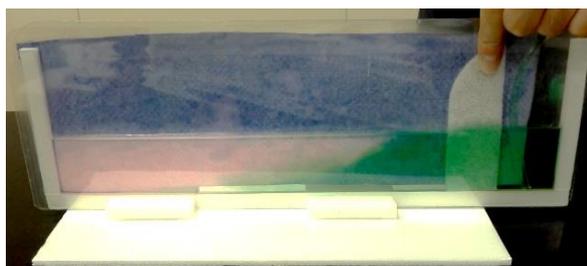


図4 前線観察装置

今回の作成方法では、1つ作成するのにおよそ30分程度時間を要する。もっと手軽に作成できる方法を検討していきたい。

2 授業の概要

(1) 単元名「気象とその変化」(教育出版)

(2) 単元の指導計画(26時間)

本単元は、教科書の単元構成を基に構成した。

①導入 水の循環, イメージマップ	1時間
②水蒸気から水への変化	4時間
・ 何度で水蒸気が水滴になるのだろうか	(2時間)
・ 空気の湿りぐあいはどのように表すのだろうか	(2時間)
③霧や雲の発生	3時間
・ 雲はどのようにしてできるのだろうか	(2時間)
・ 上昇気流と下降気流	(1時間)
④気象観測	3時間
⑤気象要素の変化と天気	2時間
⑥気圧の変化	2時間
⑦前線と天気の変化	4時間
・ 温暖前線はどのようにできるのだろうか	1時間
・ 寒冷前線はどのようにできるのだろうか	【本時2/4】
・ 前線の種類と天気の変化	(2時間)
⑧大気の動きと日本付近の気圧配置	2時間
⑨日本の四季の天気	3時間
⑩天気の変化の予測	1時間
⑪学習の整理・まとめ・イメージマップ	1時間

3 本時の学習

(1) 本時の目標

前線モデルを使い、寒冷前線のでき方や特徴を理解することができる。

(2) 準備するもの

- ・ 前線観察装置(本体, 噴出ユニット)
- ・ 冷水(3.5~6℃) ・ 温水(4.2~3℃)
- ※冷水, 温水は粘性を加えるため, それぞれ10% PVAのりの溶液にしてある。
- ※冷水は食紅(緑)を加えてある。
- ・ ビーカー(100mL×2) ・ 温度計
- ・ 温水保温用の発砲スチロール箱

(3) 学習指導案本時の展開（留意点・評価は省略）

過程	生徒の学習活動	教師の支援
課題把握	◎前時の生徒実験の様子を動画で確認する。 ◎温暖前線の特徴や前時の内容、既習事項について確認する。 ・寒気に暖気がぶつかってできる ・寒気の上を暖気はいあがる ・あたたかい空気は上昇する ・気団、前線面、前線について	○暖気の進み方や前線、前線面を動画の中に書き込み、視覚的に理解させる。 ○前時までの内容を想起させる。
	◎実験内容を把握する。 ◎課題についての予想をワークシート（図と文章）に書く。 ◎予想を発表する。 ◎寒冷前線のモデル実験を行う。	○実験内容を示す。 ○前時の内容と既習事項から考えるよう促す。 ○何名か指名して、発表させる。 ○冷たい水の進み方と、前線と前線面のようすをよく観察するよう促す。
解決の見直し・課題追究	◎実験の結果やわかったこと、気づいたことを班で交流しながらワークシートにまとめる。 ◎結果と考察を発表する。 ◎授業を通してわかったことをワークシートにまとめる。 ・暖気に寒気がぶつかってできる ・暖気の下を寒気もぐりこんで進む	○何名か指名して発表させる。 ○寒冷前線のでき方と特徴について、まとめさせる。
	◎温暖前線と寒冷前線の進み方の速さを動画で確認する。 ◎寒冷前線の動画から、前線面近くの上昇気流について確認する。	○上下に2分割した動画で前線の速さの違いを確認させる。 ○別の実験動画で、前線面近くの上昇気流について確認させる。
考察・まとめ		

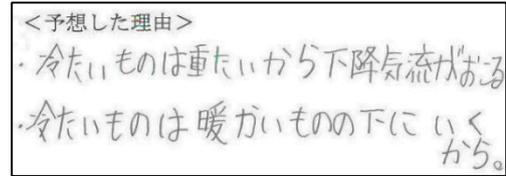


図6 予想の理由

前線面の形については「寒気が暖気の下にもぐりこむように進む」とおおよその生徒が予想できていた。しかし「もぐりこんで進むときに下降気流が発生する」と考えた生徒も少なくなかった。

④モデル実験

前線観察装置に、あらかじめ温水を入れておき、そこに冷水を流し込んだときのようすを観察する。前線が次々と動いてしまい、前線面をじっくりと観察することができないため、何度も繰り返し実験を行わせた。



図7 生徒実験のようす

(4) 授業の実際

①前時の確認

温暖前線のモデル実験のようすを動画で見せ、特徴を確認した。

②予想

寒冷前線のモデル実験を行ったとき、どんな前線面ができるか予想して書かせた。前時の実験をもとに考えるよう助言した。

③予想の交流

3名の生徒を指名して、なぜこのような前線面になることを予想したか、発表させた。暖気は軽く、寒気は重いことから考えた生徒が多かった。

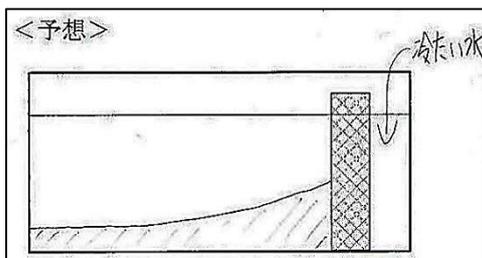


図5 生徒の書いた予想

⑤考察

寒気に見立てた冷水がどのように進んでいくか、また温暖前線の前線面とはどのような点に違いがあるかなどについて考察するよう促した。多くの生徒は、前線面の先端の形について、温暖前線との比較から考察することができていた。

<考察>

- ・スポンジの中心のところから冷たい水が流れてきていて、流れている先は少し狭くなっている。
- ・寒冷前線は、温暖前線に比べて角度があまりない。
- ・暖気は寒気がもぐりこんで進む。

図8 生徒の書いた考察

⑥結果のまとめ

生徒の考察をもとに、寒冷前線のでき方と寒気の進み方の2点についてまとめた。その後、事前に作成しておいた2本の動画を見せた。1本目は温暖前線と寒冷前線のモデル実験を上下に並べたものである(図9)。これによって、2つの前線の進む速さが違うことをはっきりと示すことができた。

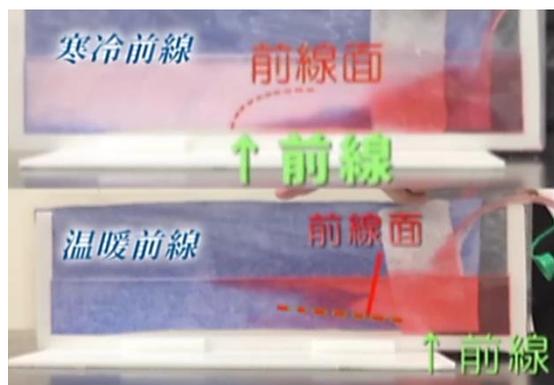


図9 温暖、寒冷前線を上下に並べた動画

2本目は、寒冷前線のモデル実験において、温水の方に化粧品のグリッターを入れて実験を行ったものである(図10)。これによって、寒冷前線の前線面付近でも上昇気流が発生することを生徒に気づかせることができた。

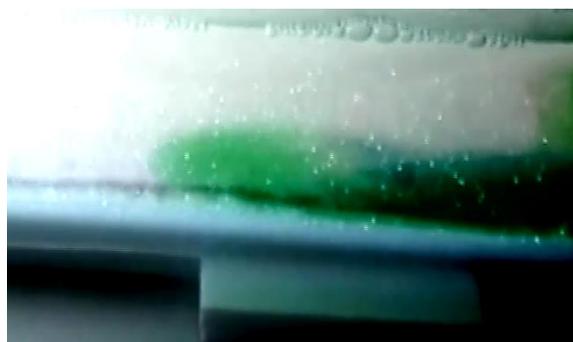


図10 グリッターを用いたモデル実験

4 成果と課題

- 作成したサーモペーパーを使うことによって、温水、冷水を入れたり捨てたりするという簡単な操作で繰り返し実験を行うことが可能になった。
- 色水を使うことによって、前線面の形や前線の動きがはっきりとわかるようになった。
- 4～5℃と温度差を小さくすること、10%PVAのり溶液にして粘性を高くすることの2点によってゆっくりと色水が動き、前線の動いていく様子が観察しやすくなった。
- 色水を注入する場所に不織布を使うことによって、チューブから出る水の勢いが緩和され、実際に気団が迫ってくるイメージにより近づけることができた。
- 教材開発の当初は、一度作ってしまえば毎年使える生徒実験可能な教材を目指していた。しかし、より良い実験結果を得るためには、色水を使用したり、PVAのりを混ぜたり、温度をかなりの精度で管理しなければならなかったりと準備にある程度の時間を必要とする教材となってしまった。より手軽な作成方法、簡単な操作方法を今後検討していきたい。

謝辞

教材開発に関わって貴重な御助言をいただきました北海道教育大学釧路校境智洋准教授をはじめ、理科教育センター職員の方々、釧路中学校理科教育研究会の諸先生方に心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 北海道立教育研究所附属理科教育センターハンズオン教材 HP(http://www.ricen.hokkaido-c.ed.jp/?page_id=463)
- 2) 文部科学省 中学校学習指導要領「理科編」2008

(みうら けんたろう 釧路市立鳥取中学校)