

「観察、実験でのイメージ化を図る教材・教具について」

～立体的なグラフ作成を通して～

静岡県立沼津視覚特別支援学校 山形 和寛

1 はじめに

本校は静岡県の東部、伊豆半島の根本に位置している。本校の幼児児童生徒数は幼稚部が6名、小学部11名、中学部5名、高等部3名の計25名で、高等部は本科保健医療科のみ設置で中途視覚障害者を対象としている。なお、県内には視覚特別支援学校が浜松、静岡、沼津と3校あり、本校高等部は浜松視覚特別支援学校の分室にあたる。全盲の幼児児童生徒は25名中4名で、点字教科書やブレイルメモ等を使いながら授業を受けている。

2 テーマ設定の理由

今年度の研修テーマ「主体的に学び、思考を深め表現する授業づくり」（副題：子どもの思考過程を生かした授業を目指して）に基づいて、理科教育における思考力の育成について実践を試みた。理科においては、観察や実験結果から表やグラフを作成し、その読み取りや説明を行うことが論理性を高め、思考力を高めていく上で重要であると考え。この考えから、全盲児童生徒に対しても点字教科書に記載されているグラフを読んだり、レーザーライターや立体コピーでグラフ用紙を作成し、それにシールをプロットしたりすることでグラフ作成指導にあたってきた。しかし、児童生徒の中には「グラフ作成に関心が湧かない。」「シールをプロットしたり、それらを読むことが難しい。」「グラフの形がイメージしづらい。」などの意見も上がり、児童生徒が楽しみながらグラフ作成・グラフ活用を行えるような方法や分かりやすい読み取り方法ができるような方法を模索していた。ブロックで作る立体的なグラフはこのような意見に対して、問いの解決につながるイメージ化や操作性を図れるのではないかと考え、教材研究に取り入れてきた。昨年度に実施した観察・実験の中から4つの実践を紹介する。

3 教材の作成

100円ショップなどで市販されているブロックと立体シールを用いて、誰もが触って分かりやすく、操作しやすいことを目的とし、できるだけ簡単に作成できるように工夫した。ブロックは2段につなげたもの（高さ14mm）に大きい立体シール（直径10mm、厚さ2mm）を貼り、これを「1目盛り」と設定した。また、ブロックを1段だけにしたもの（高さ7mm）には小さい立体シール（直径5mm、厚さ2mm）を貼り、これを「0.5目盛り」と設定した。



ブロックで基盤となるボードを作成し、この上に1と0.5の目盛りを左から順に積み上げることで立体的なグラフを作成した。また、グラフの形をイメージしやすくするために定規や紙片などを用いて直線や曲線を作成した。縦軸と横軸に関しては、それぞれブロックの高さと列で表し、横軸に関しては対象生徒が分かりやすいということで、ブロックを1列、間隔を開けて並べた。

4 生徒の実態

授業対象者は中学部2年生、全盲の女子生徒である。小学校3年生の9月に地元の小学校から本校に転校し、点字の指導と並行して学年相応の教科指導を受けてきた。中途失明のため、弱視ながらも見えていた時期があり、色や周囲の状況等イメージが把握できているものも少なくない。現在は点字を習得し、読み書き（パーキンスによる点字作成）どちらもスムーズに行える。理科の授業では、小学部の時から観察実験を多く取り入れ、聞いたり、触れたり、匂いをかいだりしてイメージをつかんできた。本人は「理科は活動があるから楽しい」と考えているところがあり、苦手意識はあまり感じていない。ただ、学習内容理解については計算問題、表やグラフの作成および読み取り、操作が苦手なため理解が深まらないことが多い。グラフについては、実験結果を点字でメモし、レーズライターや座標の立体コピーで作成を行ってきた。これらにブロックによる立体グラフ作成を加えることで、よりイメージを掴みやすくしていきたいと考えた。

5 実践の概要

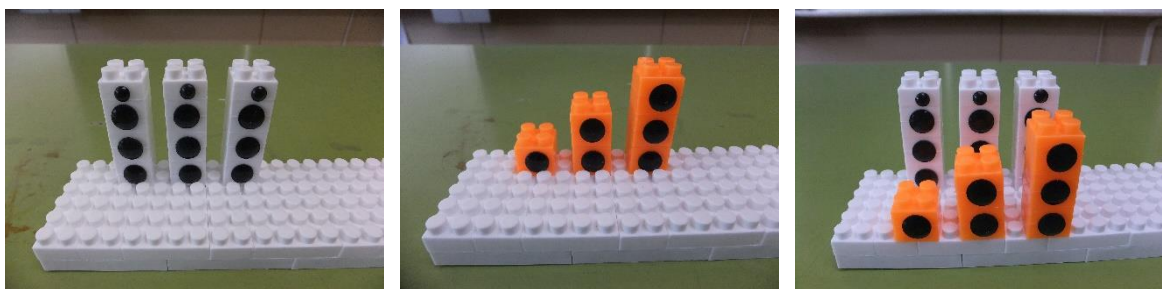
(1) 実践Ⅰ【単元名：「いろいろな生物とその共通点」恒温動物と変温動物】

ア グラフの作成

教科書に記載されている数値をブロックで立体的に表した。ブロックの1目盛りを体温 10°C と考え、モルモットでは気温が 10°C 、 20°C 、 30°C の時に体温 35°C として、1目盛りを3つ、0.5目盛りを1つ、各気温において積み上げた。また、イグアナでは、気温が 10°C の時に体温が 10°C 、気温が 20°C の時に体温が 20°C 、気温が 30°C の時に体温が 30°C として、それぞれ1目盛りを1つ、2つ、3つと積み上げた。

イ グラフの読み取り

完成した立体グラフに触れることで、モルモットでは横軸にほぼ平行な直線になることから、気温とともに体温が変化していないこと、イグアナではほぼ右上がりの直線になることから、体温が変化していることをイメージすることができた。以上より、恒温動物と変温動物の特徴について理解することができた。（実際のグラフでは恒温動物であるモルモットも低気温で少し体温が低下していることを説明した。）



左のグラフが恒温動物、中央のグラフが変温動物を表す。3つのブロックはそれぞれ左側から気温 10°C 、 20°C 、 30°C を表す。右のグラフは前後に置き、対比したもの。

(2) 実践Ⅱ【単元名：「水溶液の性質」溶解度と再結晶】

ア グラフの作成

溶解度と溶解度曲線の学習において、硝酸カリウムと塩化ナトリウム、ミョウバンにおける溶解度曲線を作成した。数値は下図のとおりである。

水の温度 (°C)	硝酸カリウム	塩化ナトリウム	ミョウバン
0	13.3 g	37.6 g	5.65 g
20	31.6 g	37.8 g	11.4 g
40	63.9 g	38.3 g	23.8 g
60	109.2 g	39.0 g	57.4 g
80	168.8 g	40.0 g	321.6 g
100	244.8 g	41.1 g	2287.3 g (90°C)

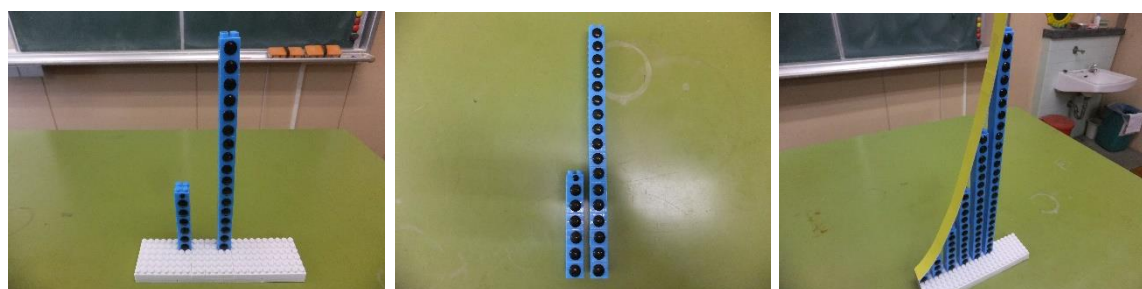
ブロックの1目盛りを物質 10g と考え、0.5 目盛り分 (5g) のブロックと合わせて溶解度を表現した。ブロックでの表し方は、まず少数第一位を四捨五入し、整数で表したあと、「1g、2g、3g」は切り捨て、「4g、5g、6g」は 0.5 目盛り、「7g、8g、9g」は切り上げとした。この例で塩化ナトリウム 37.6g を表現すると、37.6g は 38g と見なし、さらに一の位「8」を切り上げて 40g、ブロック 4 目盛り分とした。なお、温度は 0°C から 80°C まで (20°C 刻み) で横の列として表した。

イ グラフの読み取り

完成した立体グラフから、塩化ナトリウムはほぼ横ばいで、水温が高くなっても溶解度があまり変化しないことを体感することができた。また、硝酸カリウムとミョウバンでは、低温では塩化ナトリウムよりも溶解度が小さい時もあるが、温度を上げることで溶解度が飛躍的に大きくなることを体感することができた。



また、再結晶における問題「硝酸カリウムを 80°C の水 100g に溶かして飽和水溶液を作った。この飽和水溶液を 40°C まで冷やすと、何グラムの硝酸カリウムが出てくるか。」では、ブロックの高さの違いが析出量を示していることをイメージし、実際の数値 (168.8 - 63.9) で解答を出すことができた。



(3) 実践Ⅲ【単元名：「物質の姿と状態変化」状態変化が起こるときの温度と蒸留】

ア グラフの作成

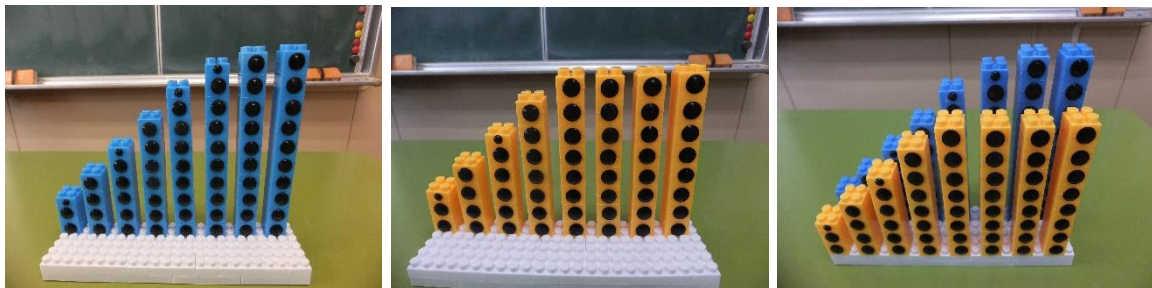
物質の状態変化の学習において、水とエタノールにおける熱した時間と温度変化のグラフを作成した。数値は下図のとおりである。

加熱した時間 (分)	水の温度	エタノールの温度
0	24.1℃	24.1℃
2	38.1℃	38.1℃
4	54.2℃	53.5℃
6	70.0℃	69.1℃
8	84.8℃	77.8℃
10	96.3℃	78.0℃
12	100.0℃	78.0℃
14	100.0℃	78.1℃

ブロックの1目盛りを10℃と考え、0.5目盛り分(5℃)のブロックと合わせて水とエタノールの温度変化を表した。ブロックでの表し方は、実践Ⅱ同様、まず少数第一位を四捨五入し、整数で表したあと、「1℃、2℃、3℃」は切り捨て、「4℃、5℃、6℃」は0.5目盛り、「7℃、8℃、9℃」は切り上げとした。この例で水を2分間加熱したときの温度を表現すると、38.1℃は38℃と見なし、さらに一の位「8」を切り上げて40℃、ブロック4目盛り分とした。なお、時間は0分から14分まで(2分刻み)で横の列として表した。

イ グラフの読み取り

完成した立体グラフから、水もエタノールも時間の経過とともに、右肩上がりですること体を感することができた。また、水もエタノールも沸騰し始めた時点からだんだん横ばいになり、それ以降は上昇せずにグラフが水平になることを確認することができた。水とエタノールの立体グラフを前後に配置することで、これら2つの物質における沸点の違いをブロックの高さで確認することができた。



(4) 実践Ⅳ【単元名：「力の世界」力の大きさとバネののびの関係】

ア グラフの作成

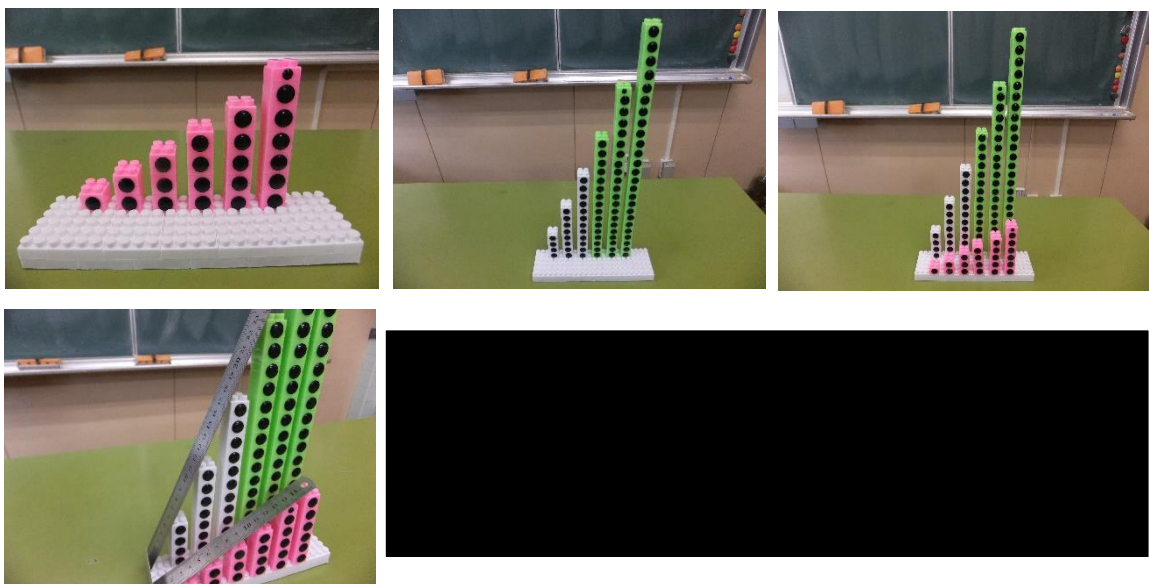
力の大きさとバネののびの学習において実験を行い、2種類のバネ（強、弱）についてグラフを作成した。数値は下図のとおりである。

力の大きさ (N)	バネAののび (強)	バネののび (弱)
0	0cm	0cm
0.2	1.0cm	4.0cm
0.4	2.0cm	8.0cm
0.6	3.0cm	12.2cm
0.8	4.2cm	16.3cm
1.0	5.3cm	20.5cm
1.2	6.5cm	24.8cm

ブロックの1目盛りを1cmと考え、0.5目盛り分(0.5cm)のブロックと合わせて、加えた力の大きさとバネののびの関係を表した。ブロックでの表し方は、少数第一位が「0.1cm、0.2cm、0.3cm」は切り捨て、「0.4cm、0.5cm、0.6cm」は0.5cm、「0.7cm、0.8cm、0.9cm」は切り上げとした。なお、力の大きさは0Nから1.2Nまで(0.2N刻み)で横の列として表した。

イ グラフの読み取り

完成した立体グラフから、バネAもバネBも右肩上がりて上昇することを体感することができた。さらに、バネののびの数値を記録している段階から、「比例になっていると思う」という見通しをつけており、作成したグラフの側面に定規をあてて傾きがほぼ同じであることを確認することができた。また、バネAとバネBの傾きに注目し、強いバネAは傾きが穏やかであること、弱いバネBは傾きが急であることを確認することができた。



6 まとめ

今回の実践で取り上げたブロックによる立体グラフは、本校の全盲生徒にとって楽しみながら作成でき、触察等によって形のイメージが持ちやすい教材であったと考える。ブロックを一つずつ測定値まで積み上げていくことで、生徒が意欲的に活動することができ、また、数値の読み取りも立体シールや列を数えていくことで、誤読がほとんどなく、適切に数値（縦軸と横軸の両方）を読み込むことができた。加えて、直接手で触ったり、定規や紙片をあてたりすることで立体的なイメージもより意識することができた。触ることで答えや考え方を導きやすい教材で、今まで扱ってきたレーザーライターや立体コピーのグラフ用紙とは違った観点から、グラフを読むことができたと考える。

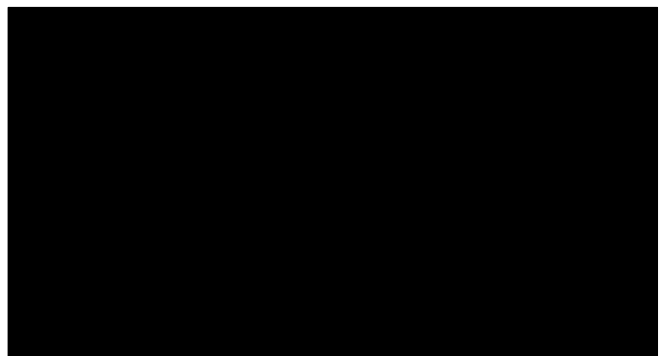
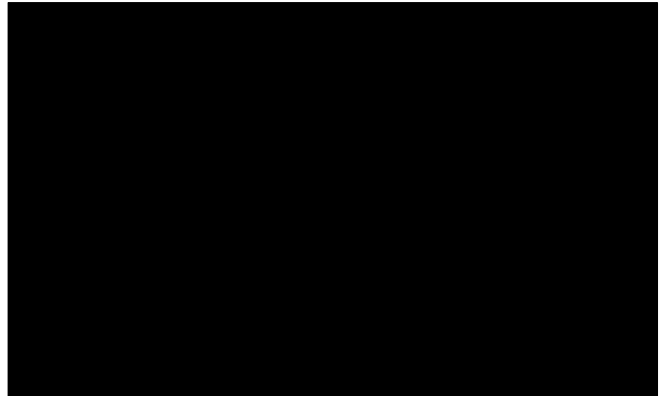
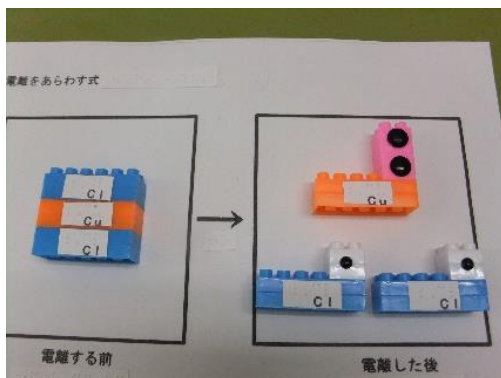
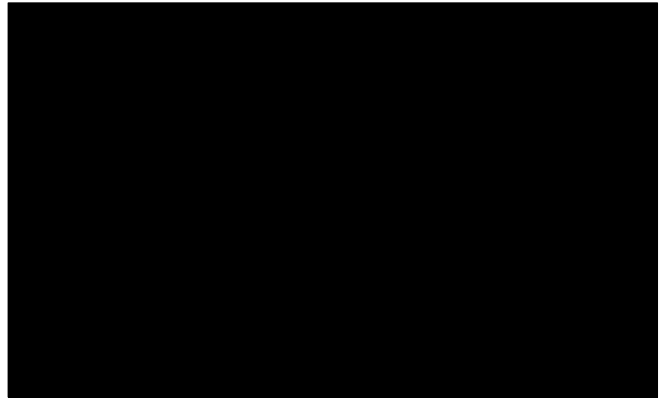
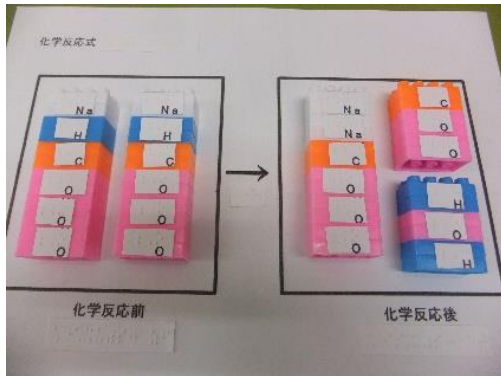
4つの実践を「グラフの読み取りで身につけたい思考力」という観点から見ると、実践Ⅰでは、恒温動物と変温動物の体温変化について、二者の変化量の違いを確認することができたと考える。気温と体温の関係について脊椎動物間でも差異があることを立体的に体感することができていた。実践Ⅱでは、物質の溶解度曲線について、変化量の大小を確認することができたと考える。特に、硝酸カリウムとミョウバンについての曲線は特徴的で、高い水温における溶解度の大きさを体感することができた。また、「高温の硝酸カリウム水溶液を低温にした場合、どれ程の結晶が析出するか」という問いや、「塩化ナトリウム水溶液は、水温の変化で結晶を析出させにくいのはなぜか」といった問いに対して、ブロックの高さに注目して、その差異をブロックで取り出すことで考えることができていた。実践Ⅲでは、状態変化が起こるときの温度について、水とエタノール二者の共通性と変化量の違いについて確認することができたと考える。水もエタノールも右上がりに上昇していき、沸騰してからは水平に進んでいくことや、水とエタノールでは水平に進んでいる部分の高さが違うことなどを体感することができた。実践Ⅳでは、2種類のバネについて、加えた力の大きさとバネの伸びの関係、およびグラフの特徴について確認することができた。メモを記録している時点から互いに比例関係にあるのではないかと検討をつけることができ、グラフが右上がりの直線になっていることを体感することができた。以上のように、立体グラフを触察や操作することでイメージをより深め、グラフの共通性や差異に着目して考察が行うことができたと考える。

7 課題と今後の展望

課題としては、目盛りが1.0目盛りと0.5目盛りの二つしかないため、1目盛りの設定次第では、数値の表し方がとても曖昧になることが挙げられる。例えば、塩化ナトリウムの溶解度では0℃から100℃まで、3.5gの差異があるが、この立体グラフではすべて40℃で表されてしまい、グラフにおける微妙な増減が表されず、誤ったイメージを定着させてしまう可能性も高い。また、この立体グラフは棒グラフであるため、各ブロックの最上部の中央部分を定規や紙片で結ぶことができず、正確なグラフ描写ができない。そして、原点の位置も把握が難しい。以上のことにより、この立体グラフを用いる場合は、レーザーライターや座標の立体コピーと並行して数値などの細かい部分を補っていく必要があると考える。

今後の展望としては、第2学年、第3学年でも「オームの法則」や「飽和水蒸気量」「等速直線運動」等のグラフが出てくるので、引き続き活用していきたいと考える。また、グラフ作成以外でも「原子モデル」や「イオンモデル」、「遺伝子モデル」等で扱うことが可能だと考える。今年度に入り、原子モデルを用いた化学反応式の授業を行った。「化学変化の前後で元素の種類

と数を同じにしなければならない」という原則を、ブロックを用いて操作、確認することができた。立体グラフの作成のために活用したブロックと立体シールであるが、今後も触察によるイメージ化を重要視し、色々な授業場面で扱っていきたいと考える。



8 引用・参考文献

- ・新しい科学 中学1年 東京書籍
- ・新しい科学 中学2年 東京書籍
- ・新しい科学 中学3年 東京書籍