

# 課題解決能力を育成するための 理科教材の開発とそれを利用した指導法

開地 元典

## Development of Science Materials and Associated Teaching Methods to Increase Problem-Solving Ability

Motonori KAICHI

### 1 はじめに

情報化やグローバル化といわれる近年の社会変化は、我々の予想を超えて早くなってきたように思えてならない。つまり、第4次産業革命ともいわれる高度化した人工知能やロボテックス、ビッグデータ等が私たちの身の回りの生活に取り入れられ社会の在り方は劇的に変化してきているように感じるとともに見通しのつかない将来に不安さえ感じる。

このような急速な社会変化の中で「一人ひとりが多様な幸せ（well-being）を実現できる社会」として Society5.0 の実現に向け、学校教育には子供たちが様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め知識の概念的な理解を実現し情報を再構成するなどして新たな価値につなげていくこと、複雑な状況変化の中で目的を再構築していくことが求められている。

そこで、新学習指導要領では「生きる力」を育む、主体的・対話的で深い学びとして、「何を学ぶか」だけでなく「どのように学ぶか」を重視するという観点が示された。これにより、実際の社会や生活で生きて働く「知識及び技能」、未知の状況にも対応できる「思考力、判断力、人間力など」、学んだことを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力、人間性など」、社会に出てからも学校で学んだことを生かせるように、三つの力（三つの柱）バランスよく育むことを目指し、それを育成するために働かせるのが「見方・考え方」であるとしている。

これまで、理科においては「科学的な見方や考え方」を育成することを重要な目標として位置付け、資質・能力を包括するものとされてきたが、平成28年12月の中央教育審議会答申において教育課程の改訂の基本的な考え方が示されたことを受け、新学習指導要領では小学校理科の目標が次のとおりに示された。

自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次の通り育成することを目指す。

- 1) 自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身につけるようにする。
- 2) 観察、実験などを行い問題解決の力を養う。
- 3) 自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。

また、この答申の際に別添資料として示された、理科における「資質・能力を育むために重視する探究の過程のイメージ」によると、「自然事象に対する気付き、課題の設定、仮説の検証、

検証計画の立案、観察・実験の実施、結果の処理、考察・推論、表現・伝達」について、「見通し」と「振り返り」を循環的に行っていくことの重要性が示された。

これらのことから、理科の学習では、A 児童自らが課題を設定し、B 解決に向けて情報を収集・整理・分析したり、C 周囲の人と意見交換・協働したりしながら進めていく探究の過程を通して学習活動を行い、それぞれの過程において資質・能力が育成されるよう指導することが重要となる。そして、このような探究の過程全体を児童が主体的に遂行できるように支援するとともに、児童が常に知的好奇心をもって身の回りの自然の事物・現象に関わり、その中で得た気付きから不思議や疑問、自然の神秘性やエネルギーを感じ取り、課題として設定できるように工夫した授業を展開していくような授業改善が求められている。

A	課題の設定（発見）	自然事象に対する気付き	自分の意見・考え 話し合い（意見交換）
B	情報の収集・整理・分析（探究）	見通し 仮説の検証 検証計画の立案 観察・実験の実施 結果の処理 振り返り	話し合い（意見交換） 話し合い（意見交換） 調査（役割分担） 話し合い（意見交換）
C	意見交換・協働（解決と感動）	考察・推論 表現・伝達 次の探究過程	話し合い（意見交換） 相互評価（発表） 自分の知の進化・拡充

## 2 生物分野からのアプローチ

アメリカの海洋生物学者であり作家でもあるレイチェル・カーソンは「センス・オブ・ワンダー」の重要性を指摘し、「子どもたちが出会う事実一つひとつが、やがて知識や知恵を生み出す種子だとしたら、様々な情緒や豊かな感受性は、この趣旨を育む肥沃な土壌である。この土壌を耕すべきだ」と述べている。またイデイス・コップは著書「イマジネーションの生態学～子供時代における自然と詩的共感」の中で、子ども時代に自然にかかわる体験の中で受ける驚嘆は「エコロジカルな環境のつながりを言葉の上だけでなく、イメージとして身体的に獲得」していくと指摘している。つまり、こうした基盤により自然の変化や状況を読み取る力をつけ、その上に生活体験や社会体験を積み重ねていくことにより、自然界の様々な現象に対する興味・関心を喚起させ、「なぜ?」、「不思議だ!」という疑問や想像力を働かせて、創造性を発揮していくのではないだろうか。そして、子どもが自然に親しみ、太陽、水、土、泥、植物、動物に触れ、自然の神秘や多種多様な生命とのつながりを実感することにより、自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養うことができると考えている。

## 3 教材の設定理由

子どもたちにとって身近に触れることができる生き物のひとつにダンゴムシがいる。ダンゴムシは多様な動きはするものの、動きはゆっくり。そして触ると体を丸めるといふ子供の好奇心を刺激する不思議な動きをする。丸くなったダンゴムシは子どもの小さな指先でもつまんで捕まえることができる生き物で、手のひらに丸くなったダンゴムシをのせてしばらくすると、もぞもぞと丸めた体を伸ばして歩いていく。小学校低学年の生活科では生き物と触れ合う学習の中で、身近な生き物に「かかわる」「触れる」「大切にすること」を学ぶなかでダンゴムシに出会い直す子どももいるであろう。また、高学年になると、理科の学習の中で「生物どうしのつながり」を学

ぶ。そこでも食物連鎖の中でりっぱに生きているダンゴムシと出会う。つまり、子どもたちはダンゴムシとまず草原や道で出会い、そして保育の場で出会い、次に学びの場で出会う。このような度重なる出会いを通して、子どもたちは小さい生き物を大切に作る気持ち、自然の神秘や小さい生き物への畏敬の念、人間とそれを取り巻く環境とのよりよい付き合い方を学んでいくと考える。

#### 4 授業展開例〈以下の 2)、3)、4) は必須。他は自由に選択することが可能。〉

##### 1) 題材：ダンゴムシを飼ってみよう

学習活動	予想される児童の反応	教師の働きかけ
・ダンゴムシの家をつくろう	・飼育ケースの作製し、適切な場所に設置する。【A】	・生息環境を思い出して、飼育ケースを作るように支援する。
・ダンゴムシを探そう	・石の下や落ち葉の下を探す。【A、B】	・意見交換をしながら活動できるように支援する。
・餌をやるう	・各自で考えたエサを与える。【A、B、C】	・生息場所や食べ物について、声かけをする。

※【A】は「課題の設定（発見）」、【B】は「情報の収集・整理・分析（探究）」、【C】は「意見交換・協働（解決と感動）」に該当することを示している。（以下の実験も同様）

##### 【指導上の留意点】

- ・「ダンゴムシを探そう」では、教師が生息場所を提示するのではなく、どのようなところを探すとよいか、皆で相談させるとよい。その際、理由もあわせて考えさせる。また、ダンゴムシは夜行性であるとともに、一般的に気温が15℃以下だと動きは鈍くなる。
- ・適度な湿度と通気性が保てるような容器を用意し、中には土またはキッチンペーパーを入れ、適時、霧吹き等で水を含ませる（乾燥は厳禁）。設置場所は光の当たらない涼しい場所が良い。
- ・雑食性である。そのため、枯葉でも十分であるが、特にチーズ等を好む傾向がある。寿命は3～4年といわれている。また、産卵は5～6月で卵胎生である。体内にある保育嚢に卵を生み孵化すると膜を破って出てくる。その後、しばらくは約100匹子供を抱えながら生活（夜行性）をする。
- ・背中が灰黒色がオスで、黄色いまだらがあるのがメスである。腹の部分をよく見ると、オスには2本の生殖器の筋が張り出しており、メスにはない。脱皮は体の前半分と後半分でそれぞれ行う。
- ・ダンゴムシの脚は、昆虫のように6本ではなく、左右7対・14本であるため昆虫でなく、甲殻類であるエビやカニ、ヤドカリなどと同じグループに属している。さらに細かい分類では、等脚目であり、ワラジムシやフナムシなどが近い仲間である。
- ・観察・実験後は手洗い等をするように指示することを忘れてはならない。

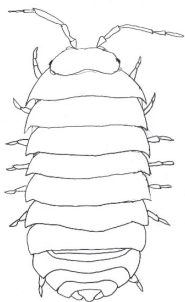
## 2) 題材：ダンゴムシを観察しよう

学習活動	予想される児童の反応	教師の働きかけ
<ul style="list-style-type: none"> <li>・スケッチ</li> <li>・ダンゴムシのスケッチをしよう。</li> <li>・お互いのスケッチを評価しよう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スケッチの注意点を理解する。【B】</li> <li>・虫メガネを利用して、ダンゴムシを観察しながらスケッチをする。【B】</li> <li>・自分のスケッチと他のスケッチを比べてみる。【C】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スケッチする目的を理解させる。</li> <li>・脚や節の数、眼や触覚の位置に注意させる。</li> <li>・ワラジムシを捕まえていた場合は、ダンゴムシとの相違点を観察させる</li> </ul>

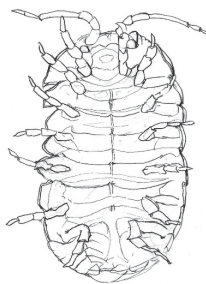
### 【指導上の留意点】

- ・生き物の命の大切さは十分指導しておく必要がある。
- ・スケッチの目的はダンゴムシの体のつくりなどを観察し、その特徴や重要な構造と形態を表現するものであることを児童によく理解させる。
- ・ワラジムシであった場合や、脚の数等できるだけ児童同士に自由に意見交換をさせたい。

〈学生 S.A. のスケッチ〉



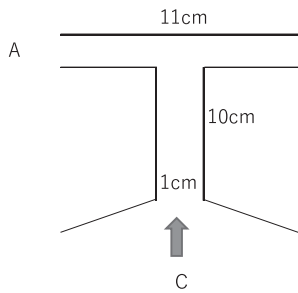
(背面)



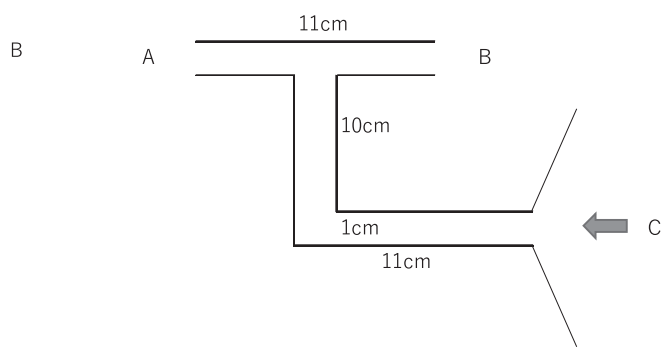
(腹面)

## 3) 題材：ダンゴムシの迷路走行 (I)

学習活動	予想される児童の反応	教師の働きかけ
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダンゴムシを迷路 (ア) に走行させよう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Cから入れてA、Bに出る個体の割合を予測し、カウントする。【A、B】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各個人に予測させるとともにその理由を考えた後に、意見交換をさせる。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダンゴムシを迷路 (イ) に走行させよう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Cから入れてA、Bに出る個体の割合を予測し、カウントする。【A、B】</li> </ul>	



迷路（ア）



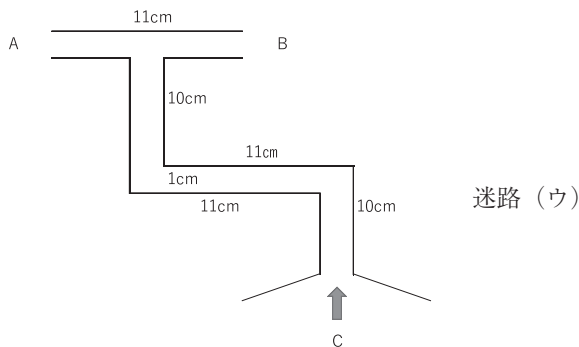
迷路（イ）

**【指導上の留意点】**

- ・迷路は方眼画用紙を利用すると作成しやすい。また、走行中に途中で立ち止まったものはカウントしない。
- ・迷路（ア）、（イ）にダンゴムシを走行させる前に、児童に予測をさせることが重要である。
- ・A または B に出るオカダンゴムシの個体数ではなく、高学年ではそれを割合（％）にすると考察しやすい。 例：  $(A \text{ に出た個体数} / A \text{ に出た個体数} + B \text{ に出た個体数}) \times 100$  また、迷路（イ）ではその個の割合に偏りが出る理由を自由に意見交換させることが重要である。
- ・迷路走行中は、迷路に明暗の違いや他の障害物等がないように注意する必要がある。

**4) 題材：ダンゴムシの迷路走行（Ⅱ）**

学習活動	予想される児童の反応	教師の働きかけ
・ダンゴムシを迷路（ウ）に走行させよう。	・C から入って A、B に出る個体の割合を予測し、カウントする。 <b>【A、B】</b>	・各個人で考えた後に、意見交換をさせる。



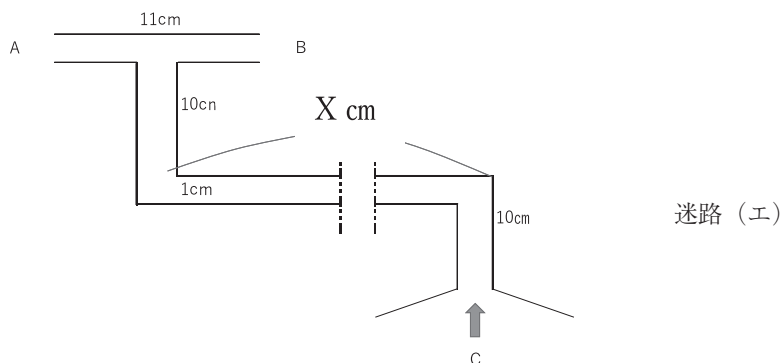
迷路（ウ）

**【指導上の留意点】**

- ・迷路（ウ）にダンゴムシを走行させる前に、迷路走行（ア、イ）を参考にして、児童に予測をさせ、その理由を自由に意見交換させることが重要である。
- ・迷路走行の際、ダンゴムシは触覚をどのように動かしているか観察すると、探究心を深めることができる。
- ・迷路（ウ）の走行結果と、各自の仮設の検証をさせ、意見交換をさせる。
- ・このようなダンゴムシの迷路走行は一般的に交替性転向反応と呼ばれているが、その理由についてはいまだ明確には解明されていない。

**5) 題材：ダンゴムシの迷路走行（Ⅲ）**

学習活動	予想される児童の反応	教師の働きかけ
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ダンゴムシを迷路（エ）に走行させよう。</li> <li>・ダンゴムシの迷路走行について発表しよう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・Cから入れてA、Bに出る個体の割合を予測する。【A、C】</li> <li>・迷路（エ）のXcmを長くした場合のA、Bに出る個体の割合を予測する。【A、C】</li> <li>・迷路（エ）のXcmを16cmから2cmずつ長くして、最終的には26cmにした場合までの、A、Bに出る個体数をカウントする。【B】</li> <li>・迷路走行の不思議について各自で考えて、発表する。【C】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各個人で考えた後に、意見交換をさせる。</li> <li>・Xの長さをX軸、Y軸にAとBに出た個体の割合のグラフを書く。</li> <li>・発表後に、意見交換をさせる。</li> </ul>



**【指導上の留意点】**

- ・これまでの迷路走行（ア～ウ）を参考にして、児童に予測をさせ、その理由を自由に意見交換させることが重要である。
- ・Xの長さが長くなると途中で止まってしまう固体が出てくる頻度が高くなる。この時、途中で立ち止まったものはカウントしない。
- ・高学年では、データをグラフ化することで、視覚的な理解ができるとともに、先を見通すことができることを気付かせるとよい。また、グラフにテーマとなる名前を付けさせると興味深い

(例：忘却曲線 等)。

## 6) 題材：ダンゴムシの迷路の自由作製 (Ⅳ)

学習活動	予想される児童の反応	教師の働きかけ
<ul style="list-style-type: none"> <li>・迷路走行で調べたいことを考えよう。</li> <li>・走行させる迷路を作製しよう。</li> <li>・ダンゴムシを自作迷路に走行させよう。</li> <li>・自作迷路の特徴を踏まえ、仮説と結果について発表しよう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまでの実験結果から、自分なりの仮説を設定して、どのような迷路を作るか考える。【A、C】</li> <li>・その結果を予測する。【A】</li> <li>・仮説と結果を発表し、情報を共有する。【B、C】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各個人で考えた後に、意見交換をさせる。</li> <li>・作製の理由を話し合わせる。</li> <li>・各個人で考えた後に、意見交換をさせる。</li> </ul>

### 【指導上の留意点】

- ・迷路を作製する前に、迷路走行（ア～エ）を参考にして、児童に予測をさせ、その理由を自由に意見交換させることが重要である。
- ・これまでのように平面の迷路ではなく、立体的な迷路も興味深い。また、曲がる角度も90度ではなく色々変えてもよい。
- ・作製した迷路は教室の後ろ等に展示しておき、自由に児童が利用できるようにするとよい。

## 7) 題材：ダンゴムシとワラジムシの相違点

学習活動	予想される児童の反応	教師の働きかけ
<ul style="list-style-type: none"> <li>・違いを確認しよう。</li> <li>・発表しよう。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・丸まる、移動が速い等を検証する。【B】</li> <li>・検証方法やその結果のまとめ等を発表する。【A、B、C】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・違いや利点等を話し合わせる。</li> <li>・各個人で考えた後に、意見交換をさせる。</li> </ul>

### 【指導上の留意点】

- ・迷路を作製する前に、迷路走行（ア～エ）を参考にして、児童に予測をさせ、その理由を自由に意見交換させることが重要である。ダンゴムシは触ると丸くなれる構造をしているが、ワラジムシは丸くなることはできない。
- ・ワラジムシの移動速度は速いため、逃げることを優先して進化してきたのに対して、ダンゴムシは遅いので、体を丸めて身を守ることを優先して進化したのではないかと推測される。
- ・ダンゴムシの殻は硬い一方、ワラジムシの殻は柔らかいのが特徴である。また、ダンゴムシは光沢があるのに対してワラジムシの殻には光沢がない。ダンゴムシは雑食性であるが、ワラジムシは枯草などを食べる。ダンゴムシは体を丸めて身を守ることを優先して進化しました。それに対してワラジムシは逃げることを優先して進化したことが推測される。

## 5 その他の実験例

- 1) ダンゴムシとワラジムシを観察し、スケッチをすることによってその違いを整理する。
- 2) ダンゴムシとワラジムシの走行スピードを比較し、その理由を考える実験。



- 3) ダンゴムシの走行と触覚の動かし方についての実験
- 4) ダンゴムシが枯葉を食べる量(一定時間飼育容器の中に入れる前後の枯葉のコピーをとり、方眼紙に写しとることにより測定する)と気温の関係を調べ、その理由を考える実験。
- 5) シャーレにろ紙(半分を湿らせ、残り半分は湿らせない)をいれ、一定時間ダンゴムシを入れた後、どちらのろ紙の方にいるかを調べる実験(走湿性)。
- 6) シャーレの半分をカバーし、明所と暗所のどちらを好むかを調べる実験(走光性)。
- 7) 丸まったダンゴムシが動き出すまでの時間を調べる実験。
- 8) ダンゴムシは薄い酢水の匂いがわかるかどうかを調べる実験(嗅覚)
- 9) シャーレに敷いたろ紙にいろいろな色を付け、どれに集まるかを調べる実験(視覚)
- 10) いろいろな音(デシベル)を聞かせ反応を調べる実験(聴覚)
- 11) 餌(果物、野菜、乳製品等)を入れた容器の中で何を好むかを調べる実験(味覚)

## 6 まとめ

### 1) 迷路走行の考察について

ダンゴムシなどが交替性転向反応を見せる理由はなにか。その発生メカニズムは現在ではBALM 仮説によって説明されている。これは交替性転向反応が左右の脚の負荷を同じにしようとして起こるといふ説である。簡単にいうと右脚で歩いた分だけ同じように左脚を利用しようということである。また、その他にも、進行方向および触角の接触反応に傾きが生じる結果、交替性転向反応が起こるといふ説もある。

ところで、生き物が増えるために重要なのは、食べることと交尾することであるが、交替性転向反応はこの2つにも影響すると考えることができる。なぜなら、交替性転向反応が起きない場合、常に同じ方向に曲がることになって結果的に同じ場所をウロウロする可能性が高くなる。一方で交替性転向反応が起こる場合はその逆で行動範囲が広がるため、えさを見つける確率、異性に出会う確率が高まるのではないかという考えが、交替性転向反応の理由として挙げられる。

また、交替性転向反応によって、起点からより離れることができるため、天敵の餌食になる可能性が下がったのではないかという理由も考えられる。

これらの交替性転向反応というのは、絶対に起こるといった習性ではなく、個体によって差もあるし、次の転向位置までの距離にも影響すると考える。また、例えばダンゴムシの苦手な光を使うことで、交替性転向反応は起こりにくくなるといったデータもある。

### 2) 実験上の一般的な留意点について

理科には他の教科と違って「観察、実験」という活動があり、児童はたいへん楽しみにしていると思う。ところが、準備が大変であることや、せっかく準備してもうまくいくとは限らない等の理由により、消極的に考えている教師も少なくないと考えられる。しかし、「観察、実験」には、①予想や仮説の設定 ②体感や実感を伴った理解 ③新たな問題の想起 ④興味・関心の向上 ⑤問題解決能力の向上 ⑥協調性の育成 ⑦コミュニケーション能力の育成 ⑧器具の扱い方の習得 ⑨危険予知能力の育成等、児童にとっては多くの教育的効果をもたらすものである。

事前の準備として、まずは教師が実際に実験器具等を使用して予備実験を行うことが必要となる。このことによって、器具等の扱いの難しいところ、失敗しやすいところ、危険なところ、実験に必要な時間などが把握でき、実際の授業場面での指導に生かすことができる。次に、児童の一人ひとりの様子を思い浮かべ、児童の実態に合った工夫が必要となる。これこそ真の教材研究であると考えられる。そして、当然のことながら全児童が「観察、実験」できる実験器具等の数をそろえる等準備が必要となる。器具の数がどうしても足りない場合は、みんなで協力して活動する



ような指導をする必要がある。「観察、実験」は児童がその目的をよく理解して、安心して生き生きと活動するための大切な時間である。とかく、児童は現象を単に色が変わった、音が鳴った、動いたなどと、遊びやおもしろ半分にとらえていることがある。そこで、「観察、実験」は、自分なりに問題を見つけたり、仮説や予想を立てたり、それを解決したり、確かめるために行うものであるということをつかりやすく、説明することが重要と考える。

### 3) 児童の主体的・対話的な深い学びについて

児童に責任をもって生き物（ダンゴムシ）を飼育させることによって、親しみや愛着を児童一人ひとりがもち、生き物に対する知的好奇心を抱き、「観察・実験」へ参画するようになり〈主体的な学び〉になる。その飼育過程においては食べ物やすみか、体のつくり等の基礎的情報を自ら得るとともに、目的意識（仮説）をもった様々な実験を繰り返すことによって、発見したこと等を他者と積極的に意見交換を行い、発展的情報を共有することによって〈対話的な学び〉となる。その際、教師は表情豊かに相づちをうつことに徹する。そして「観察、実験」で発見したこと等は適時記録（ポストイットでも可）をとらせて、最終的には発表の場等を設定することによって〈主体的・対話的な深い学び〉へとつなげることが重要である。

また、同一の生き物にたいして、様々な「観察、実験」をくりかえすことによって、知識の統合と深化、更には一般化がおこなわれ、理科の見方・考え方を働かせることができるような素地が育まれると考える。この際の、生き物は身近であるほど有効な教材であると考えている。

### 4) 教師の支援について

教師は児童が自然事象に対して課題を設定（発見）し、その検証と他者との意見交換や振り返り等を繰り返す中で、自分自身の知の進化・拡充へと繋げるための支援者であり、指導者であってはならない。そのためには児童の視線に立ち、児童のように直な心と一緒に「観察、実験」をすることによって、自然事象にアプローチし、自分自身の知の進化・拡充を試みようとする姿勢が必要だと考える。そして、単純で容易な「観察、実験」であっても、教師が「不思議だね。」「どうなるかな。」「やってみたいね。」など児童の知的好奇心を揺さぶるよう表情豊かに伝えていくことが最も重要なことである。特にダンゴムシの迷路走行は児童が夢中になって楽しみながら行う実験である。できるだけ教師は見守りに徹し、実験中に児童がふとつぶやいた言葉のひとつ一言に留意して、それを感動や不思議さにつなげていってほしい。

また、児童は方法もよく分からないまま、「観察、実験」をやりたがることがありがちだが、「観察、実験」の方法をしっかりと理解させることが事故や失敗の防止の基本であり、この2点が「理科好き」を増やし、問題解決能力を高め、「一人ひとりが多様な幸せ（well-being）を実現できる社会」を担っていく人材を育成する一歩であると考えている。

#### <注及び参考文献>

- 1) 藤枝秀樹 「新学習指導要領理科の「探究について＝これから求められる生物教育を考えるために」生物教育 第62巻 第2号（2021） pp90-92
- 2) 生物部会研究調査委員会 『生物実験ノート 2003 年度改訂版』
- 3) ダンゴムシジャパン 2019 [http://dango64jp.starrypages.net/turn\\_alternation.html](http://dango64jp.starrypages.net/turn_alternation.html)
- 4) 日比野博 「小学校教員養成課程における理科の指導法にかんする授業実践 ―主体的で対話的で深い学びの実現を目指して―」 名古屋経済大学教職支援室法 vol.1 pp169-177 2018年
- 5) 山口県教育庁義務教育課 「小学校理科における指導のポイント」 平成23年3月4日
- 6) 滋賀県総合教育センター 「深い学び」の実現を目指す理科の授業づくり（小・中・高等学校）平成29年度理科プロジェクト研究
- 7) 角屋重樹 「主体的・対話的で深い学びの理科学習指導のあり方」 調査研究シリーズ 83 令和2年9

月 30 日

- 8) レイチェル・カーソン／著 上遠恵子／訳 「センス・オブ・ワンダー」 1965 年
- 9) イデイス・コップ／著 黒坂 三和子・滝川 秀子／訳 「未来のこどもイマジネーションの生態学—子供時代における自然との詩的共感」 1986 年
- 10) 啓林館 「平成 29 年（2017 年）公示 学習指導要領小学校理科新旧対象資料」
- 11) 内閣府 総合科学技術・イノベーション会議 「Society5.0 の実現に向けた教育・人材育成に関する政策パッケージ〈中間まとめ〉」 令和 3 年 12 月 24 日
- 12) 中央教育審議会 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」 2016 年
- 13) 文部科学省 「小学校理科の観察, 実験の手引き 詳細」 平成 23 年 3 月
- 14) 文部科学省 「小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編」 平成 29 年 7 月