

小学校理科における学び文化の創造 (10)

— 科学読み物が子どものエネルギー理解に及ぼす影響に関する研究 —

柴 一実 山崎 敬人 中田 晋介 小川 麻貴

1. はじめに

筆者らは小学校理科における学び文化の創造というタイトルのもとに、さまざまな理科教材が子どもの自然理解に及ぼす影響について研究を進めている。平成20年に改訂された小学校理科学習指導要領では、「粒子」「生命」「地球」と並ぶ主要な概念として「エネルギー」が取り上げられ、小学校第3学年から中学校第3学年までの系統性が謳われており¹⁾、第3学年の単元「風とゴムの働き」はエネルギー学習の導入として位置づけられている。エネルギー概念に関して言えば、第5学年の児童を対象とした、エネルギー概念に関する実態調査によると、約7割の児童がエネルギー概念を石油や発電などのエネルギー資源と捉えており、エネルギー概念をエネルギーの種類や移動、変換、保存などの観点から捉えていないことが指摘されている²⁾。

それに対して、「全米研究審議会 (National Research Council; 略称NRC)」による「全米科学教育スタンダード (National Science Education Standards; 略称NSES)」(1996)によれば、小学校低学年ではエネルギー概念について、専門的な定義の暗記を要求することなく、「何かをするときにエネルギーが必要であること」や「人は食物からエネルギーを得ていること」などの直感的な観念が求められている³⁾。一方、小学校高学年や中学校では、光や熱、音、電気、磁気、物体の運動などの現象間の関係をエネルギー的視点から捉え、多くの種類のエネルギーの変換を経験することによって、エネルギーに関する理解を図ることが要求されている⁴⁾。

そこで、本研究では日米でのエネルギー学習の違いを念頭に置きながら、第3学年の単元「風のはたらき」において、児童によるエネルギー概念の理解がどれほど可能であるのか探ることを目的とした。具体的には、本研究のねらいは次の2点であった。

(1) エネルギーに関する科学読み物を読むだけの場

合と科学読み物の講読に加えて、内容に関連する製作活動を行った場合、子どものエネルギー理解に差が生ずるのかどうかを検証すること。(研究Ⅰ)

(2) エネルギーに関する科学読み物を講読し、製作活動を行った場合と、さらに製作物を用いて実験を行った場合、子どものエネルギー理解に差が生ずるのかどうかを検証すること。(研究Ⅱ)

研究授業の実施に当たっては、従来の教科書を用いた学習に加えて、風のエネルギーを取り扱った自作科学読み物の講読及び自作風車の製作活動を導入した。その上で、児童を対象としたアンケート調査を3回実施し、これらの活動が子どものエネルギー理解に及ぼす効果を検証した。

2. 研究授業の計画と実施

(1) 研究授業の実施時期、対象学年及び対象児童

研究授業の実施時期は2009(平成21)年12月2日～17日、対象学年及び対象児童は広島大学附属小学校1部3年39名(男子19名、女子20名)、2部3年38名(男子19名、女子19名)であり、授業者は中田晋介教諭であった。

(2) 研究授業の単元構成、授業時数及びアンケート調査の実施時期

単元名は「風のはたらき」であり、全授業時間数は1部3年で6時間、2部3年で7時間であった。なお、単元構成は次の通りであった。

第1時 風の届く距離(1部2部、共に2時間)

第2時 科学読み物「風のパワー」(1部2部、共に1時間)

第3時 風のものづくり(1部1時間、2部2時間)

第4時 風の力(1部2部、共に1時間)

なお、風のエネルギーに関する事前アンケートは1部2部、共に第1時の授業前に実施した。その後、1

部3年は事後アンケートを第2時の授業終了時に実施した。2部3年は第1回目の事後アンケートを第3時の授業終了時に、第2回目の事後アンケートを第4時の授業終了時に実施した。

(3) 研究授業で用いた自作科学読み物「風のパワー」の概要

今回、研究授業で用いた自作科学読み物「風のパワー」は7ページの小冊子である。同冊子は「1 風のふしぎ」「2 風の力の利用」「3 風のエネルギーで動かそう」から構成されている。「1 風のふしぎ」では、風が太陽によって暖められた空気と冷えた空気との動き(流れ)によって生ずることが示されている。「2 風の力の利用」では過去、風のエネルギーが帆船や風車に利用されてきたことや、現在では風のエネルギーを利用して電気が起こされていることなどが示されている。「3 風のエネルギーで動かそう」では、①牛乳パックを用いたヨットの作り方、②ペットボトルを用いた風車の作り方が解説されている。

(4) 研究授業の実際

1) 第1時 風の届く距離

本時のねらいは、「風が広がりながら進むことを理解させる」ことであった。実際の授業に当たっては、扇風機を利用すると涼を取ることができるという日常経験をもとに、風が広がりながら移動することを考えさせた。遠くまで風を届けるために、扇風機に覆いをつけることに気づかせ、エネルギー効率について考えさせた。

2) 第2時 科学読み物「風のパワー」

本時のねらいは、「自作科学読み物『風のパワー』の内容を熟知させる」ことであった。科学読み物を音読させたり、内容の意味を確認させたりしながら読み進めた。

3) 第3時 風のものづくり

本時のねらいは、「ウインドカーや風車などを作り、風の力で動くことを理解させる」ことであった。授業に当たっては、ペットボトルを用いて風車を製作させた後、①グラウンドを走り回ることによって、風車が回転すること、②滑り台から落下すると、自然と風車が回転すること、③電気扇風機の風を当てることによって、風車が回転することを体験させた。これらの体験を通して、風のエネルギーを得るために、自然の力を利用したり、自分で作り出したり、電気の力を利用したりしていることに気づかせた。

4) 第4時 風の力

本時のねらいは、「風の力によって、ものを持ち上

げることができることを理解させる」ことであった。授業に当たっては、自作の風車に電気扇風機の風を当てることによって、回転する風車が分銅のついた糸を巻き取りながら、分銅を持ち上げるという実験を行わせた。持ち上げる分銅の重さを測定させ、風車に当てる扇風機の風の強弱によって、持ち上げ可能な分銅の重さに違いがあることに気づかせ、自作風車の場合、100gまで持ち上げることができることを確認させた。

3. 研究Iの結果と考察

研究Iの目的に従い、事前・事後アンケート調査を行うに当たっては、科学読み物の講読を行ったクラス(1部3年)と、科学読み物の講読に加えて、自作風車の製作活動を行ったクラス(2部3年)とに分けて実施し、両クラスで自作製作物の有無が児童のエネルギー理解に差違を及ぼすかどうか検証を行った。

(1) 問い1－風の吹く理由

風の吹く理由について、1部3年の場合、事前アンケートにおいて「暖かい空気と冷たい空気の流れ(動き)」と回答していた児童は38名中、3名であった。事後アンケートにおいて「暖かい空気と冷たい空気の流れ、ぶつかり合い、混じり合い」と11名の児童が回答しており、事前アンケートから8名増加していた。2部3年の場合、事前アンケートにおいて、風の吹く理由の正答者数は37名中、3名であった。事後アンケートでは、23名の児童が正答しており、事前アンケートから20名増加していた。ところで、1部の児童の事後アンケートは科学読み物を講読した後に実施されていた。それに対して、2部の児童の事後アンケートは科学読み物講読後、風車を製作した後に実施されていた。2部の児童の正答者数は1部の児童のほぼ2倍であり、製作活動が科学読み物に記述されていた「風の吹く理由」の理解に良い影響を与えたのではないかと考えられる。

表1 2クラスでの風の吹く理由に関する正答者数の変化

1部		2部		(人)
事前	事後	事前	事後	
3	11	3	23	

(2) 問い2－風のエネルギーの生活利用

1部3年の場合、事前アンケートにおいて、科学読み物で取り上げられている「帆船」「風車」「風力発電」を記述している児童は全体の約27.6%であったが、事後アンケートでは約68.4%の児童が取り上げており、

約40.8%増加していた。2部3年の場合、事前アンケートにおいて、全体の約41.3%の児童が取り上げていた。事後アンケートでは約73.2%の児童が取り上げており、約31.9%増加していた。1部の児童よりも2部の児童の方が科学読み物に取り上げられている、風のエネルギーの生活利用品を多く記しており、問い1と同様、製作活動が科学読み物に記述されていた「風のエネルギーの生活利用」の理解に良い影響を及ぼしたのではないかとと思われる。

表2 2クラスでの風の生活利用に関する記述割合の変化

1部		2部		(%)
事前	事後	事前	事後	
27.6	68.4	41.3	73.2	

(3) 問い3－風のエネルギーから電気エネルギーへの変換

1部3年の場合、事前アンケートにおいて、「風力発電」と正答していた児童は38名中、17名であった。事後アンケートでは22名が正答しており、正答者数が5名増加していた。2部3年の場合、事前アンケートで正答していた児童は37名中、25名であった。事後アンケートでは正答者は26名であり、正答者数が1名増加していた。先に述べたように、1部と2部の違いは製作活動の有無であった。2部の児童はもともと、1部の児童に比べて正答者が多く、科学読み物に記述されている風力発電に関する理解が製作活動によって影響されたとは考え難い。

表3 2クラスでの風のエネルギー変換に関する正答者数の変化

1部		2部		(人)
事前	事後	事前	事後	
17	22	25	26	

(4) 問い4－風のエネルギーを利用したおもちゃ製作の構想

1部3年の場合、事前アンケートにおいて、児童一人当たり平均2.79個、風のエネルギーを利用したおもちゃ製作を構想していたが、事後アンケートでは1.82個構想しており、おもちゃ製作の数が約1ポイント減少していた。2部3年の場合、事前アンケートでは児童一人当たり平均2.26個構想していたが、事後アンケートでは2.19個であり、ほとんど変わりがなかった。1部の児童は平均すると、約1ポイントおもちゃ製作の個数を事前事後アンケートで下げていた。それ

に対して、2部の児童は、事前事後アンケートで変化がなかった。おもちゃ製作の構想数の増減において、1部と2部で違いが見られるが、2部の児童は現状維持であり、製作活動によって、おもちゃ製作の構想力が向上したとは考え難い。

表4 2クラスでの風を利用したおもちゃ製作の構想の変化

1部		2部		(個)
事前	事後	事前	事後	
2.79	1.82	2.26	2.19	

(5) 問い5－科学読み物に対する興味

事後アンケートにおいて「この読み物はおもしろかったですか」という問いに対して、「たいへんおもしろい」「ややおもしろい」「あまりおもしろくない」「まったくおもしろくない」の4件法で回答させた。「たいへんおもしろい」を4点、「ややおもしろい」を3点、「あまりおもしろくない」を2点、「まったくおもしろくない」を1点として点数化し、クラス全体で平均して児童一人当たりの点数を算出すると、1部の児童は約3.76であり、2部の児童は3.58であった。先述の通り、2部の児童は科学読み物講読後に製作活動を行っているにも拘わらず、その点数は1部の児童の点数よりも約0.18ポイント低い。今回、製作活動の有無は科学読み物に対する興味度に関係しなかったのではないかとと思われる。

表5 2クラスでの科学読み物の興味度の対比

科学読み物の興味度	
1部	3.76
2部	3.58

(6) 問い6－理科の好き嫌いに対する科学読み物の影響

事後アンケートにおいて「この読み物を読んで、理科がすきになりましたか」という問いに対して、「たいへんすき」「ややすき」「あまりすきではない」「まったくすきではない」の4件法で回答させた。「たいへんすき」を4点、「ややすき」を3点、「あまりすきではない」を2点、「まったくすきではない」を1点として点数化し、クラス全体で平均して児童一人当たりの点数を算出すると、1部の児童は約3.42であり、2部の児童は3.69であった。先述の通り、2部の児童は科学読み物講読後に製作活動を行っており、その点数は1部の児童の点数よりも約0.27ポイント高い。従って、科学読み物だけでなく、製作活動の有無が理科と

いう教科の好き嫌いに影響を与えているのではないかと考えられる。

表6 2クラスでの理科の好き嫌いの対比

理科の好き嫌い	
1 部	3.42
2 部	3.69

(7) 問い7－エネルギーに関する学習の意欲

事後アンケートにおいて「エネルギーについてもっとしらべたいですか」という問いに対して、「たいへんしらべたい」「ややしらべたい」「あまりしらべたくない」「まったくしらべたくない」の4件法で回答させた。「たいへんしらべたい」を4点、「ややしらべたい」を3点、「あまりしらべたくない」を2点、「まったくしらべたくない」を1点として点数化し、クラス全体で平均して児童一人当たりの点数を算出すると、1部の児童は約3.53であり、2部の児童は3.50であった。1部と2部の児童でほとんど差がなく、科学読み物講読後の製作活動の有無がエネルギーに関する学習意欲を高めることに繋がっていないことが分かる。

表7 2クラスでのエネルギーに関する学習意欲の対比

学習意欲	
1 部	3.53
2 部	3.50

(8) 問い8－風に関する理解

事後アンケートにおいて「風についてわかりましたか」という問いに対して、「たいへんよくわかった」「ややわかった」「あまりわからなかった」「まったくわからなかった」の4件法で回答させた。「たいへんよくわかった」を4点、「ややわかった」を3点、「あまりわからなかった」を2点、「まったくわからなかった」を1点として点数化し、クラス全体で平均して児童一人当たりの点数を算出すると、1部の児童は約3.21であり、2部の児童は3.22であった。1部と2部の児童でほとんど差がなく、科学読み物講読後の製作活動の有無が風に関する理解に影響を及ぼしているとは思われない。

表8 2クラスでの風に関する理解度の対比

風に関する理解度	
1 部	3.21
2 部	3.22

4. 研究Ⅱの結果と考察

研究Ⅱの目的に従い、アンケート調査を行うに当たっては、2部3年において、第3時の自作風車の製作後に第1回目の事後アンケートを実施し、その後、第4時の自作風車を用いて分銅を持ち上げる実験後に第2回目の事後アンケートを実施した。第1回目と第2回目の事後アンケートの結果を比較することによって、自作製作物を用いた実験活動が子どものエネルギー理解に差違を及ぼすかどうか検証を行った。

(1) 問い1－風の吹く理由

2部3年において、第1回目の事後アンケートで、「風の吹く理由」の正答者は23名であった。第2回目の事後アンケートにおける正答者は34名であり、11名増加していた。2部3年の約9割の児童が正答しており、自作風車による実験活動が「風の吹く理由」の理解に影響を及ぼしていると考えられる。

(2) 問い2－風のエネルギーの生活利用

第1回目の事後アンケートにおいて、科学読み物に取り上げられている「帆船」「風車」「風力発電」を記述している2部3年の児童は、全体の約73.2%であった。第2回目の事後アンケートでは約81.7%で、8.5%増加していた。自作風車による実験活動が科学読み物に記述されている「風のエネルギーの生活利用」の理解に一層良い影響を及ぼしたと思われる。

(3) 問い3－風のエネルギーから電気エネルギーへの変換

2部3年の児童において、第1回目の事後アンケートで「風力発電」と正答していたのは37名中、26名であった。第2回目の事後アンケートでは32名が正答しており、6名増加していた。この場合も問い2と同様に、自作風車による実験活動が科学読み物に記述されている「風力発電」の理解にさらに良い影響を及ぼしたと考えられる。

(4) 問い4－風のエネルギーを利用したおもちゃ製作の構想

第1回目の事後アンケートにおいて、2部3年の児童は一人当たり平均2.19個、「風のエネルギーを利用したおもちゃの製作」を構想していた。第2回目の事後アンケートでは、2.42個のおもちゃの製作を構想しており、0.23ポイント増加していた。問い2及び問い3と同様に、自作風車による実験活動が「風のエネルギーを利用したおもちゃの製作」の構想力に良い影響を与えたのではないかと考えられる。

(5) 問い5－科学読み物に対する興味

研究Ⅰの場合と同様に、第1回目及び第2回目の事後アンケートにおいて「この読み物はおもしろかったですか」という問いに対して、「たいへんおもしろい」「ややおもしろい」「あまりおもしろくない」「まったくおもしろくない」の4件法で回答させた。「たいへんおもしろい」を4点、「ややおもしろい」を3点、「あまりおもしろくない」を2点、「まったくおもしろくない」を1点として点数化し、2部3年のクラス全体で平均して、児童一人当たりの点数を算出した。第1回目の事後アンケートにおいて、2部3年の児童の点数は3.58で、第2回目は3.54であり、ほとんど変化がなかった。自作風車を用いた実験は今回、科学読み物に対する興味度に関係しなかったのではないかとと思われる。

(6) 問い6－理科の好き嫌いに対する科学読み物の影響

第1回目及び第2回目の事後アンケートにおいて「この読み物を読んで、理科がすきになりましたか」という問いに対して、「たいへんすき」「ややすき」「あまりすきではない」「まったくすきではない」の4件法で回答させた。「たいへんすき」を4点、「ややすき」を3点、「あまりすきではない」を2点、「まったくすきではない」を1点として点数化し、2部3年のクラス全体で平均して児童一人当たりの点数を算出した。第1回目の事後アンケートにおいて、2部3年の児童の点数は3.69で、第2回目は3.62であり、やや下がった。自作風車を用いた実験が必ずしも理科の好き嫌いに関係するとは限らないのではないかと考えられる。

(7) 問い7－エネルギーに関する学習の意欲

第1回目と第2回目の事後アンケートにおいて「エネルギーについてもっとしらべたいですか」という問いに対して、「たいへんしらべたい」「ややしらべたい」「あまりしらべたくない」「まったくしらべたくない」の4件法で回答させた。「たいへんしらべたい」を4点、「ややしらべたい」を3点、「あまりしらべたくない」を2点、「まったくしらべたくない」を1点として点数化し、2部3年のクラス全体で平均して児童一人当たりの点数を算出した。第1回目の事後アンケートで、2部3年の児童の点数は3.50で、第2回目の事後アンケートでは3.41であり、やや下がっていた。自作風車を用いた実験がエネルギーに関する学習意欲を高めることに繋がっていないことが分かる。

(8) 問い8－風に関する理解

第1回目及び第2回目の事後アンケートにおいて「風についてわかりましたか」という問いに対して、「たいへんよくわかった」「ややわかった」「あまりわからなかった」「まったくわからなかった」の4件法で回答させた。「たいへんよくわかった」を4点、「ややわかった」を3点、「あまりわからなかった」を2点、「まったくわからなかった」を1点として点数化し、2部3年のクラス全体で平均して児童一人当たりの点数を算出した。第1回目の事後アンケートで、2部3年の児童の点数は3.22で、第2回目の事後アンケートでは3.59であり、0.37ポイント増加していた。自作風車を用いた実験活動が少なからず風に関する理解に影響を及ぼしていたと考えられる。

5. おわりに

以上のように、質問紙法を用いて児童の知識面及び情意面における変容を調査し、科学読み物や製作活動などが児童に与えた影響について分析検討を行ったところ、次の諸点が明らかになった。

第一に、研究Ⅰの問い1、問い2の結果が示すように、科学読み物の講読だけでなく、風のエネルギーに関連した製作活動を行わせることによって、「風の吹く理由」や「風のエネルギーの生活利用」などの理解が進んだことが窺われる。特に、問い2の「風のエネルギーの生活利用」について言えば、2部の児童が記した生活利用品全体の約7割が科学読み物に記述されているものであった。しかしその一方で、研究Ⅰの問い3、問い4の結果が示すように、科学読み物で記述されている「風のエネルギーの電気エネルギーへの変換」や「風のエネルギーを利用したおもちゃ製作の構想」については、自作風車の製作活動の有無がこれらの理解・構想に影響しているとは思われない。

第二に、研究Ⅰの問い5、問い7の結果が示すように、自作風車の製作活動が科学読み物への興味や関心、エネルギーに関する意欲などに必ずしも繋がっていないという点である。情意面の育成における製作活動の重要性は一般的には指摘される場所であるが、今回のアンケート調査の結果から推測すると、情意面の育成にはもっと質的・量的に異なる製作活動や科学読み物などが必要であると思われる。研究Ⅰの問い6の結果は、製作活動を行うことが理科好きの要因の一つになることを示している。

第三に、研究Ⅱの問い1から問い4までの結果が示すように、科学読み物講読後、製作した風車を用いた実験活動は、科学読み物で示されていた「風の吹く理由」「風のエネルギーの生活利用」「風のエネルギーの

電気エネルギーへの変換」「風のエネルギーを利用したおもちゃ製作の構想」のすべての内容において良い影響を示していた。先述の研究Ⅰの結果と比較すると、単に製作活動を行わせるだけでなく、それを用いた活動が科学読み物の内容理解に大きく作用することが示唆された。この点は研究Ⅱの問い8の結果においても見られ、自作風車を用いた実験活動は風の理解に良い影響を与えていた。

第四に、研究Ⅱの問い5から問い7までの結果が示すように、今回情意面においては、製作物を用いた実験活動が必ずしも科学読み物への興味や関心、エネルギーに関する意欲などの変容をもたらしたとは見なせない。情意面の育成を目指す製作物やそれを用いた実験の開発が新たに求められるところである。

最後に、今後の課題として、①アンケートに回答した子どもの考えをより綿密に分析検討し、エネルギー学習の改善に資すること、②子どもの興味や関心、意欲などを喚起し、子どもを科学の世界へと誘うような

魅力ある科学読み物や製作物などを開発することが残された。

なお、科学読み物「風のパワー」の製作に当たっては、広島大学大学院教育学研究科博士課程前期1年の富本健司氏のご協力を得ました。記して、深謝申し上げます。

注及び引用文献

- 1) 文部科学省『小学校学習指導要領解説・理科編』東京：大日本図書，2008，p. 4.
- 2) 2008（平成20）年1月16日，広島大学附属小学校2部5年生（38名）を対象としたアンケート調査の結果による。
- 3) National Research Council, *National Science Education Standards*, Washington, DC: National Academy Press, 1996, p.126.
- 4) *Ibid.*, p.154.