

# 小学校理科におけるエネルギー指導に関する研究

—児童の持つエネルギー認識について—

杉 本 良 一\*, 中 本 好 一\*\*

## Study on Teaching Energy in Elementary Science Education - Focused on Pupil's Energy Concept -

SUGIMOTO, Ryoichi\*, NAKAMOTO, Yoshikazu\*\*

[キーワード] 理科教育, 小学校理科, エネルギー, 自然認識,

### 1 はじめに

現代の子どもたちは日常生活の中で「エネルギー」という言葉に接する機会が多い。その情報媒体にはテレビCMやアニメ番組, コミック誌, 新聞記事や広告の見出し, 本や図鑑, 友達や家の人との会話, そしてポケモンカードやゲームなどが挙げられる。多くの場合, エネルギーは科学的な意味で用いられているが, 中には「精力・活力」といった人間の生命活動などに関連した意味で用いられる場合もみられる。このように, 子どものエネルギーに関する自然認識は多様であると考えられる。

子どものエネルギー概念の獲得については, 生氣論つまり, 生命の源を生命体に生得的に備わった靈魂にも似た力ととらえる考え方をもち, また物理理論との融合とも思える「気」という用語から, 彼らにとってのエネルギー概念を具体的に表すいくつかの擬態語とともに獲得する<sup>1)</sup>。

様々なメディアを情報源として, エネルギーという言葉を受容することの多い子どもたちは, 情報を獲得した場面における動機づけによって, 多様なエネルギー認識を形成する。他方, 小学校理科の学習内容に目を向けると, 小学校学習指導要領ではB区分を「物質とエネルギー」と題している。ところが, エネルギーに関する定義や用語の説明は, 日本の小学校理科の授業や教科書においては全くなされていない現状がある。エネルギーはEnergy, Entropy, Electronすなわち3Eの1つとして, 理解の困難な概念であるとされてきた。佐々はその理由として, エネルギー概念が抽象的概念であり, 次元が複合量であるため理解されにくいと述べている<sup>2)</sup>。日常生活でエネルギーという言葉が頻繁に見聞きしている小学生にとって, メディアからのインフォーマルな知識に依存するのは, あまり好ましい状態ではないと考える。小学校段階で正しいエネルギー概念の認識形成と

\*鳥取大学教育地域科学部

\*\*鳥取市立大正小学校

科学用語としてエネルギーを理解させる必要性があると考える。

内川は理科の中でエネルギーを教える場合、その目標は、子どもが将来エネルギーに関連した諸問題に直面したとき、自主的な判断ができるような素地を養っておくべきであるとし、そして、理科のエネルギー指導について、子どもを取り巻く環境を十分考慮して、エネルギーという用語をはっきりと前面に打ち出した小学校理科を期待したいと述べている<sup>3)</sup>。

また、欧米の理科教育プロジェクトや教科書では、エネルギーという用語を小学校中学年頃から導入し、明確に指導している例が多い。例えば、アメリカの教科書Discover the Wonder (Grade 5)には、エネルギーの定義が、以下の文章のように明確にされている<sup>4)</sup>。

「……What is energy? To a scientist, energy is the ability to do work or to change matter」

そして、エネルギーと仕事との関係やその単位、位置エネルギー及び運動エネルギーの説明へと内容が深められている。わが国の小学校理科教育では、このような学習は行われていない。しかし、科学技術社会を反映してエネルギーという言葉に接する機会の多い子どもたちに、自然な形でエネルギー概念及び用語を指導する意義は十分にあると考える。

小学校学習指導要領B区分におけるエネルギー概念の指導系統表を表1に示す。この表からエネルギーの種類については電気的エネルギーについて学習する機会が最も多く、小学校3, 4, 6学年と系統的に指導されている。特に4年生では、光エネルギーを電気エネルギーへと変換する光電池(太陽電池)を扱っている。

21世紀に生きる子どもたちには、正しいエネルギー概念の形成を促す指導をしなければならないと考える。そのためには、小学校児童のエネルギー認識や子どもの既存の概念を調査する必要がある。その結果をもとに、小学校理科におけるエネルギー概念の指導のあり方や教材研究をしていく必要がある。本研究では太陽エネルギーを直接利用できる光電池について、その指導方法を研究したいと考え、まず児童のエネルギー認識の発達段階や素朴概念について調査した。

表1 小学校理科におけるエネルギー指導の内容系統図

学年	エネルギーの種類						
	力学的	熱	電気	磁気	音	光	化学的
3年	空気であらう		豆電球と乾電池	じしゃく	音の出方	光の反射	
4年	ものの重さ てんびん	ものの暖まり方	光電池と乾電池				氷・水・水蒸気
5年	物の運動 ふりこ てこ						
6年		電熱線	電流と磁気	電磁石 モーター			水溶液の性質 物の燃え方

(1989年度小学校学習指導要領理科より作成)

## 2 理科教育におけるエネルギー概念指導の先行研究

エネルギー概念の指導については、いくつかの先行研究がみられる。例えば室長は学校教育におけるエネルギー教育について述べ、理科におけるエネルギー教育は、純粋科学(Pure Science)のエネルギー概念の教育が中心であり、理科教育の役割として期待するのはエネルギーを身近にとらえることであり、そのためには熱や仕事に関する身近な教材の見直しとエネルギーの種類や変遷に

についての学習の拡大が必要であるとしている<sup>5)</sup>。小学生に対しては、この示唆は適切であると考えられる。身近な教材を見直し、新たな教材開発をすることによって、エネルギーが親しみのあるものと感じられ、子どもたちのエネルギーの認識形成を促すと考える。

佐々は理科教育においてエネルギーの視点に立つ指導が小学校にも取り入れられ、中学校ではエネルギー概念の確立と活用が指導されている現状で、将来指導をする教員養成学部学生が、どのようなエネルギー認識を保持しているかを調査する目的で、大学1年23人と大学3・4年181人を対象に実態調査を行っている<sup>6)</sup>。調査項目は次の4点である。

- A. エネルギー概念は何世紀に科学概念として導入されたと思うか。
- B. エネルギー概念の属性(量性)を挙げよ。
- C. エネルギー概念と力概念との関係を明らかにせよ。
- D. エネルギーの種類を挙げよ(分類的に)。

D項の調査結果で、種類として最も多く挙げられたものは熱エネルギーであり、続いて位置エネルギー・運動エネルギー・電気エネルギーの順に高い割合であった。しかし、大学生は羅列的にはよく知っているが、正しい科学概念として階層的に理解していないことを指摘している。すなわち熱エネルギーなどという言葉は知っているが、関係的・統一的には理解していないと考察している。さらに小・中学校における実状として、蒲郡市教育研究会の調査資料を挙げている。すなわちエネルギーについて、エネルギーという言葉は4学年以上の児童・生徒が知っている。その概念については小学校4年生は「燃料、ロボットやロケットを動かすもと」、以下、小5は「力のようなもの、人間や動物の力、栄養、熱、機械の力」、小6は「物を動かすもの、力のもと、体力、栄養」、中1は「力のもと、働くもと、物を動かす力、活動力」、中2は「生活の原動力、物体を動かす力」、中3は「生活の原動力、動力のもと、仕事をする能力」という結果を得ている。

小学校では、具体物に関係付けて「物を動かす源」という考え方があがるが、力との関係は漠然としている。中学校では、「物を動かす源、生活の原動力」といった考え方が多いが、中学校3年ではエネルギーの正しい定義も挙げている。しかし、力との関係は明確ではないものが多いと考察している。

近藤はエネルギーの変換・保存概念は、歴史的に見ると非常に近代的で高度な概念であり、子どもにとって認識させるのは極めて困難であろうとしている<sup>7)</sup>。日本の理科カリキュラムは、内容が子どもの実態からかけ離れており(特に中学校)、非経験的な暗記的知識が理解されないまま注入されている実態があるとしている。そこで、近藤らは、義務教育レベルでのエネルギー概念形成の可能性を追求している。個人面接調査をもとにアンケート調査を行い、さらに力学的エネルギーと熱エネルギーの変換について実験授業を実施している。実態調査の結果、エネルギーの保存を量的に認識することは極めて困難であり、エネルギー変換の理解も悪いことが分かった。しかし、児童の認識に基づいた思考活動を継続的に指導してきたモデル学級では子どもは活発な思考活動を行ったとしている。すなわち、子どものエネルギー変換の認識は、もっと発展させることができると述べている。

松本は、エネルギー的な見方への興味・関心を高めることの重要性を述べている<sup>8)</sup>。直接目で見たり、体感でとらえたりしにくいエネルギーの認識は、なかなか困難であると思われるが、小学校段階ではその理解や認識を目的とした学習ではなく、エネルギー的な見方にこそ重点を置くべきであり、指導要領のB区分を通してなされるのが最適であると主張している。すなわち、エネルギー的な見方とは、物質的な見方では納得できない、エネルギーという考え方、また、変換可能なエネ

ルギーへの興味・関心を高めることであるとしている。エネルギーは重要な概念であり、現行の学習指導要領の中にも、エネルギー教育への糸口が存在する。光・音・電気など、これまで全く別のものだと考えていたいくつかの概念が互いに変換できることに対して、納得できる考えを創り出す。そのことによって、エネルギー的な見方の糸口とすることができるとしている。大切にしたい実践場面の例として、4年生では、「電気や光の働き」を取り上げ、因果関係ではない変身するエネルギーという見方を強調している。

以上、先行研究のうち、代表的な研究を概観したが、特にエネルギーの多様性と変換性については科学的な見方の基本となるものであり、児童にこれらのエネルギー認識を身に付けさせることは重要であると考ええる。さらに光電池で電気が発生することと、乾電池によって豆電球の光が点灯することとは、対照的關係にあるが、このような関係が両方存在することは、両者に因果関係があるという見方では説明できず、同じ次元にあって、一方が他方に変化するという見方が必要になる。ここに、「光」と「電気」という一見全く違ったものが、同じもの（エネルギー）ではないかという自然認識の必要性が生まれる。そして、児童におけるエネルギー認識は、「あれ、物質とはちょっと違うぞ。不思議だなあ。」「変身（変換）できるのかな。」など、子どもがこのようなエネルギー的な見方に興味・関心を持つことが重要であると考ええる。

### 3 エネルギー概念の認識に関する調査

子どもたちは、日常生活の多様な情報源から「エネルギー」という言葉を受容し、発達段階に応じて個々に、認識している。その実態を把握するため、1997年度（平成9年度）に小学校児童を対象として意識調査を行った。調査内容はエネルギー全般に関するものと太陽電池・発光電気器具に関するものとした。

#### (1) 調査対象

調査は、鳥取市内M小学校の全児童を対象に行われた。この小学校は、鳥取市南部に位置し、校区内には旧来の集落と新興住宅地とが混在している。1986年に他の小学校から独立して新設された、学級数13～14児童数400名余りの中規模校である。表2に調査対象児童の数を示す。

表2 調査対象児童数

学年	男子児童(名)	女子児童(名)	計(名)
1学年	34	23	57
2学年	24	41	65
3学年	28	31	59
4学年	35	46	81
5学年	36	38	74
6学年	41	36	77
合計	198	215	413

#### (2) 実施時期と回答方法

3年生から6年生までは、1997（平成9年）10月～11月に実施した。4年生については「電気のはたらき」の単元を学習する前に行うようにした。4年生以上の児童は学級担任が調査用紙を配付し、回答させた。3年生については、著者の一人が調査用紙を配付し、説明を加えながら回答させた。1年生と2年生は、1998年（平成10年）2月に実施した。質問の文章を平易にし、1年生が読

める漢字のみを記した調査用紙を作成して、児童に配布した。どの学級も、一つ一つ設問について説明をしながら全児童に回答させた。

### (3) 調査内容

図1に調査用紙を示す。質問紙法により、子どもたちは選択肢を選んだり当てはまる器具名を書いたりする。問3だけは、絵や図を使って自由に説明を書くようにした。調査内容は、以下の通りである。

- 設問1：「エネルギー」という言葉を見聞きした経験
- 設問2：「エネルギー」という言葉の情報源（複数回答）
- 設問3：「エネルギー」に対する子どものイメージ（自由回答）
- 設問4：ソーラーカーが日光を受けて動く仕組み
- 設問5：電気エネルギーと光エネルギーの相互変換器具
- 設問6：「エネルギー」に対する学習意欲

選択肢については、低学年でも必ず回答するように、一人一人チェックしながら記入させた。問3と問5については、分からない場合「わかりません」とはっきり書くように指示した。実施後、不明確な部分は、子どもに個別に尋ねて、確かめるようにした。

## 理科アンケート調査

( )年( )組  (男、女)

◎児童のみなさんへ◎  
このアンケートは、中本先生が理科の研究をするために行うものです。テストではありませんので、あなたの覚えていることや考えを気楽に書いて下さい。  
自分に当てはまるものを選んで、その番号1つに○をします。

(1) 「エネルギー」という言葉を見たり聞いたりしたことがありますか。  
1. ぜんぜんない。  
2. 1回か2回ある。  
3. 3～4回ある。  
4. よく見たり聞いたりする。  
5. 毎日のように見たり聞いたりする。


(2) 「エネルギー」という言葉は、どこで見たり聞いたりしましたか。  
(○はいくつしてもいいです。)

1. テレビ <input checked="" type="checkbox"/>	6. 家の人の話
2. まんがの本 <input type="checkbox"/>	7. 友達の話 <input checked="" type="checkbox"/>
3. 新聞 <input checked="" type="checkbox"/>	8. 先生のお話 <input type="checkbox"/>
4. 広告の紙(ちらし) <input type="checkbox"/>	9. そのほか
5. 本 <input checked="" type="checkbox"/>	( )

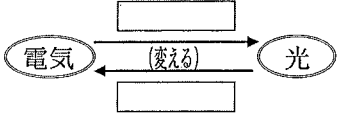
(3) 「エネルギー」とは、どんなものだと思いますか。あなたの考えを書きましょう。(絵や図をかいて説明してもいいです。)

(4) ソーラーカーが、日光を受けて走っています。どんなしくみで走っているのでしょうか。

1. 日光が風のようにソーラーカーをおして、走っている。
2. 日光がソーラーカーをあたため、その熱でガソリンをこまやして、走っている。
3. 日光が当たると電気が起き、モーターを回して、走っている。
4. 日光が当たるとじしゃくができ、その力で走っている。
5. そのほか ( )



(5) 電気を光に変えたり、光を電気に変えたりする器具にはどんなものがありますか。その名前を下の□の中に書きましょう。



(6) あなたは、「エネルギー」について学習したいと思いますか。

1. ぜんぜん学習したくない。
2. あまり学習したくない。
3. どちらでもよい。
4. まあまあ学習したい。
5. とても学習したい。

☺ ご協力ありがとうございました。

図1 調査用紙

## 4 結果と考察

413名の調査用紙を回収し、学年・男女別に集計を行った。その結果を表やグラフにまとめ、学年の発達段階による傾向が認められるかどうか、検討した。

### (1) エネルギーという言葉を見聞きした経験及びその情報源

設問1は児童が「エネルギー」という言葉を見聞きした経験の頻度を聞いたもので、その結果を図2に示す。グラフから明らかなように、高学年になるほど「よく見たり聞いたりする」と回答した児童の割合が多くなり、低学年の場合は「1回か2回ある」と回答した児童が多い。その要因としては、低学年の場合は、「エネルギー」という言葉を聞く機会が少なく、その意味もまだ十分理解できない子どもが多いため、実際は見聞きしてもあまり記憶に残らないためと思われる。また、高学年の場合は、「エネルギー」という言葉とともにその前後の文脈を理解する能力が高まるために記憶に残りやすい、あるいは高学年になるほど、様々な情報を多くのメディアから収集することができるようになるため、「エネルギー」という言葉に接する機会も増えてくるなどが考えられる。

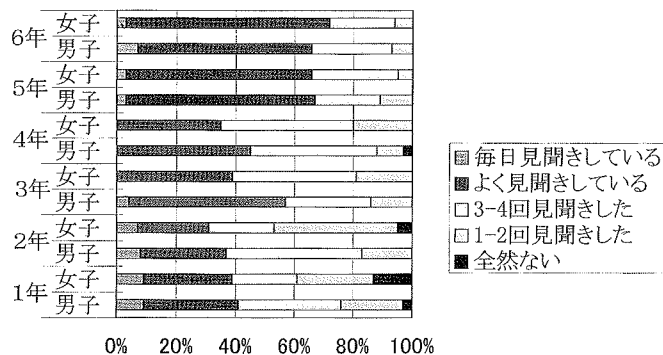


図2 エネルギーという言葉を見聞きした経験

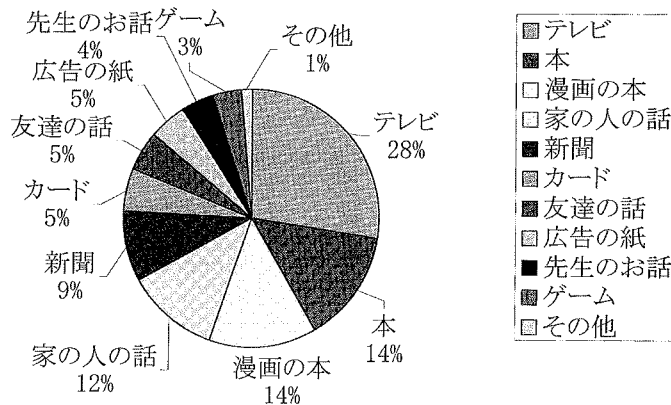


図3 エネルギーという言葉の情報源 (全体N=413)

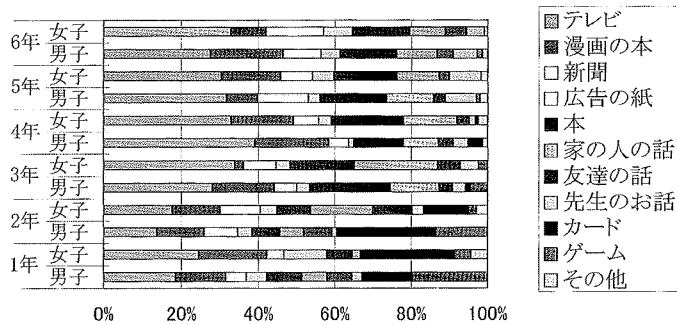


図4 エネルギーという言葉の情報源(学年別)

設問2はエネルギーを見聞きした情報源について聞いたもので、その結果のうち、全体集計を図3、学年別を図4に示す。情報源として、どの学年にも多いのは、やはりテレビであった。アニメーション番組・科学番組・ニュースなど、エネルギーという言葉は多種の場面で用いられる。特にテレビコマーシャルの影響は大きい。森本は、コミック誌とテレビコマーシャルとを比較して、コミック誌が完璧なまでに虚構の世界を構成しているのに対して、コマーシャルは医薬品・食品等実際の日常生活に直結し、それらを映像化・視覚化して与えられるので、子どもにとっては、そこで展開されるストーリー、そして用いられる用語は科学的でない場合が多いにもかかわらず、コミック誌よりも現実性を帯びていると述べている<sup>9)</sup>。本調査でも漫画の本を情報源と答えた児童も多いが、テレビの方が圧倒的に多い理由が、この仮想的リアリティにあると思われる。新聞や本の場合は、高学年の方が回答が多くなる。エネルギーのみならず、学習全般の情報源として、新聞や本を活用できるようになるためと思われる。一方、会話の中でエネルギーという言葉聞いた児童も何名かいる。特に家の人との話の中で、エネルギーという言葉が使われるようである。テレビを視聴しながら話題に上る場合もあると予想される。

その他の回答としては、低学年にカードとゲームが多かった。筆者らが調査用紙を配って、1年生と2年生にエネルギーの説明をした際、大流行しているアニメなどのポケットモンスターのエネルギーカードを取り上げていた。子どもたちは、すぐさまテレビゲームに出てくるエネルギーも連想した。その結果、両者を回答した児童が多かったものと思われる。

## (2) 児童の持つ素朴概念としてのエネルギー

設問3では、エネルギーに対する子どものイメージを自由記述させた。図5と図6にその例を示す。低学年は単語で答えたものが多かったが、中学年～高学年になると、文章や絵でうまく説明したものが多くなった。子どものイメージや考えを大きく4つに分類し、説明内容ごとに集計したものを表3に示す。力と関係づけたものでは、各学年とも「力・パワー」が多かった。「パワー」という言葉は、小学校理科では扱わないため、明らかにインフォーマルな科学から受容したものである。高学年になると、「物を動かすもの」という説明が多くなった。

電気や光と関係づけたものの中では、「電気(電波)」と「電気で動かす・光らせる」が特に多かった。注目すべきは、4年生に10人ほど「電気で動かす・光らせる」と説明した児童がいたことである。調査後すぐに学習する単元「電気のはたらき」を意識した回答である可能性が強いと思われる。

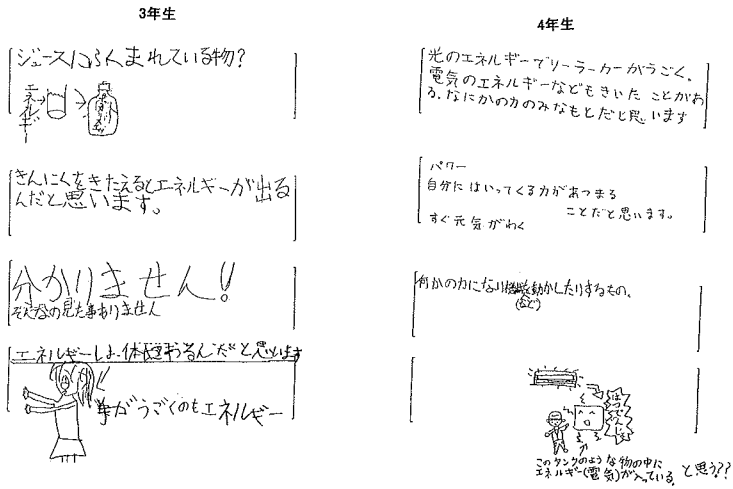


図5 エネルギーに対する子どものイメージ例（3学年・4学年）

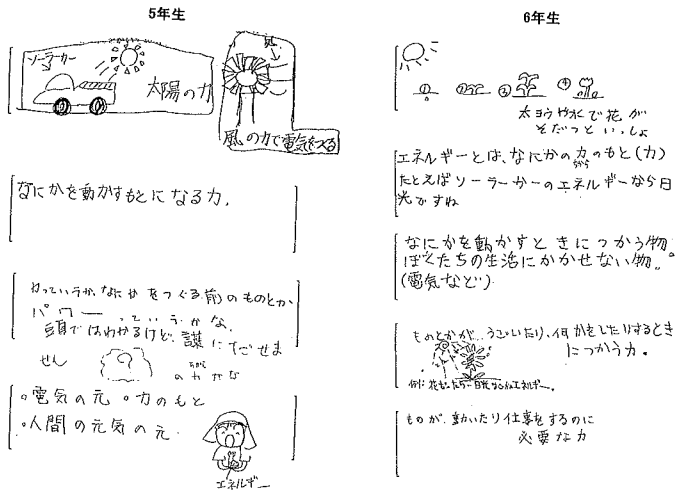


図6 エネルギーに対する子どものイメージ例（5学年・6学年）



表3 エネルギーに対する子どものイメージの分類

分類	説明内容	1年	2年	3年	4年	5年	6年	計
力と関係付け	力・パワー	15	11	1	16	16	22	81
	ものを動かすもの	0	0	0	1	9	7	17
	何かの力になり機械を動かす	0	0	0	4	1	0	5
	力のもとになるもの	1	2	0	0	0	2	5
電気や光	電気で動かす・光らす	1	1	0	10	4	3	19
	電気(電波)	3	2	2	0	7	0	14
	電気の力	0	0	1	0	0	8	9
	光・光の力	0	1	0	3	1	3	8
	光→太陽電池	0	0	0	5	0	0	5
	火力水力原子力(発電)	0	0	0	0	0	3	3
	電気を使うもの	0	0	0	0	1	0	1
人の体や生活	体の中にあって動かすもの	1	1	6	6	1	0	15
	体力	0	1	1	7	2	1	12
	自分の力(元気)	0	1	5	3	0	0	9
	人の力	1	1	0	0	2	5	9
	人が力を出すもと	0	1	0	4	0	1	6
	体の栄養	2	1	0	0	1	2	6
	ご飯・ドリンク	0	1	1	0	3	1	6
	ぶつぶつ・病気	0	0	2	1	1	0	4
	生活に必要なもの	0	0	1	0	2	1	4
	自然や環境	燃料(ガソリンなど)	1	2	0	1	7	6
太陽の力・太陽の光・太陽熱		0	2	1	1	5	3	12
エネルギーカードの絵		9	2	0	0	0	0	11
自然の力		0	0	0	2	6	1	9
もとになるもの		0	0	0	0	4	1	5
地球や生き物に大切なもの		0	0	0	0	1	1	2
環境に悪いもの		0	0	0	0	2	0	2
その他		0	1	1	0	0	0	2
わからない(無回答含む)		23	34	37	17	5	6	122

人の体や生活と関係づけたもののうち、「自分の力(元気)」「体力」「体の中にあって、動かすもの」といった説明内容が中学年になりに多かった。小学校段階では最も活動的な学年である3～4年生は、自分たちの体の中にはエネルギーがあって、元気に体を動かす力になっているという概念を形成しつつあると考えられる。

自然や環境と関係づけたものには、多様な説明内容が含まれている。1年生にはエネルギーカードの絵を描いたものが多く、高学年になると、太陽の力・光・熱やガソリンなどの燃料を挙げたものが多くなる。そして中には「もとになるもの」といった抽象的な説明をする児童も出てくる(5年4人・6年1人)。表3に分類した児童の素朴なエネルギー概念をグラフにしたものが、図7である。3年生以下は、「わからない」と回答した児童がかなり多く、特に3年の場合は60%を越える高率となっている。分類上は力と関係づけたものが最も多く、6年生になると約40%になっている。日常生活におけるインフォーマルな科学の情報に、「力・パワー」に関係したものが多くに

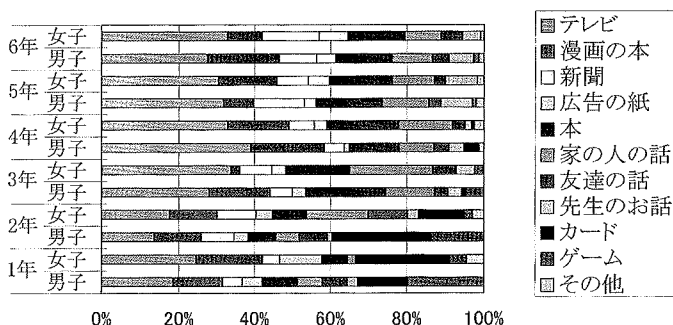


図7 エネルギーに対する子どものイメージ(学年段階別)

ると考えられる。

電気や光と関係づけたものは、4年生と6年生に多く、人の体や生活と関係づけたものは、3・4年生に多くなっている。これらは、小学校理科で学習されたフォーマルな科学の影響が大きいのではないかと考える。自然や環境と関係づけたものについては高学年に多く、特に5年生は約30%もある。これは自然の中にあるエネルギー資源を認識し、環境とエネルギーとの関わりなどに目を向け始めたためと思われる。

### (3) ソーラーカーが動く仕組み

設問4のソーラーカーが動く仕組みについて児童の選択した回答を集計し、グラフにまとめたものを図8に示す。4つの選択肢を設定したため、児童の回答には、学年段階による系統性が現れた。

選択肢1「日光が風のように押して、走っている」を選んだ児童は低学年に多く、特に2年生には12%いた。これは、太陽光と風という現象を、子どもの自然認識の中で結び付けている結果であろう。選択肢2「日光の熱でガソリンを燃やして、走っている」と答えた児童は低学年ほど多く、高学年になるほど少なくなってくる。1年生には約40%もいるが、6年生になると6.5%に減少している。「ソーラーカーは、ガソリンを燃やして走る普通の自動車とは違うんだ。」という認識が、成長していくにつれ、形成されたものと思われる。選択肢3「日光が当たると電気が起き、モーターを回して、走っている」と答えた児童は、学年が上がるにつれて増加している。5・6年生の場合は、4年の理科で学習した効果がみられ、4年生の場合は教科書の「電気のはたらき」の単元でソーラーカーの写真があるのを見て、「電気でモーターを回して」を選択したものと思われる。1年生から3年生の場合は、電気やモーターに関する認識の程度や、実際にソーラーカーの映像や写真を見た経験の多さが、結果に現れたのではないかと考えられる。

選択肢4「日光が当たると磁石ができ、その力で走っている」と答えた児童は、低学年に多い。1年生も2年生も12、3%である。3年生以上になると、回答児童は次第に減少していく。低学年の場合は、磁石の力を体感しているため、それをソーラーカーの原動力と誤って理解しているのであろう。

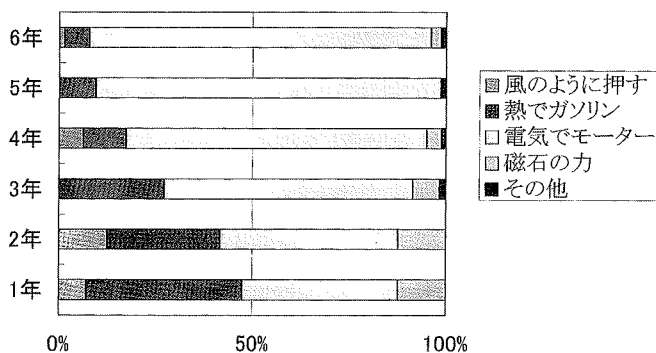


図8 ソーラーカーが動く仕組み

### (4) 電気エネルギーと光エネルギーの相互変換器具

設問5は電気を光に変えたり、光を電気に変えたりする器具にはどんなものがあるかを問うたも

のである。その回答を正答と誤答とに判別し、器具ごとに集計したものを表4および表5に示す。ただし複数の器具を記入した児童もいるので学年別の合計が児童数よりも多い場合がある。

#### 〔電気を光に変える器具〕

最も多かったのは「電球・豆電球」であった。高学年になるほど、その回答数が増えている。ただし4年生の場合は、「ライト」という回答が10あった。これは、日常生活において「ライト」という外来語を使う機会が多いためと思われる。6年生の場合は、「懐中電灯」という回答が多かった。日頃使っている懐中電灯は、電流を光に変える器具であるという認識が形成されているためと思われる。さらに「蛍光灯」についても、6年生がかなり多く、5年生の回答がついで多い。これも、蛍光灯という電気器具のエネルギー変換について、学年が上がるにしたがってその認識が高まっているためと考えられる。

一方、誤った回答としては、「電池・電気・電流」と「太陽電池・ソーラーシステム」が多かった。太陽電池（ソーラーシステム）については、その働きを逆にとらえている児童がみられる。注目すべきは、「太陽・鏡」という回答である。1年生に9名、2～4年生に3～4名あった。これらが光を発したり、反射したりすることから、電気に関係すると考えたためであろう。

正答・誤答・無回答の学年段階別の比率をグラフにまとめたものを図9に示す。2年生から4年生まではさほど変化が見られないが、5年生・6年生になると、正しい回答が増加している。それに対して、誤答や無回答（わからないを含む）は、明らかに減少している。

表4 電気を光に変える器具の回答

器具名	1年生	2年生	3年生	4年生	5年生	6年生	計
正答							
電球・豆電球	3	8	12	8	23	27	81
蛍光灯	0	5	2	5	8	15	35
ライト	5	3	1	10	4	6	29
懐中電灯	0	6	0	0	3	10	19
テレビ・電気スタンド	0	1	0	0	1	1	3
誤答							
電池・電気・電流	3	3	1	5	8	3	23
太陽・鏡	9	4	4	3	0	0	20
太陽電池・ソーラーシステム	0	1	0	3	6	2	12
電信柱・電線・コンセント	0	3	0	3	0	0	6
エネルギー	1	1	2	0	0	1	5
鉄・金属・磁石	0	1	0	3	0	1	5
モーター・スイッチ	1	0	0	1	0	0	2
ソーラーカー	0	0	1	1	0	0	2
わからない(無答含む)	35	33	38	39	25	11	181
計	57	69	61	81	78	77	423

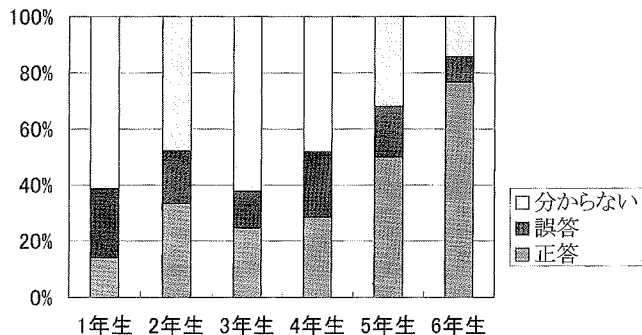


図9 電気を光に変える器具 (正答・誤答別)

### 〔光を電気に変える器具〕

正しいものは、すべて太陽電池関係の器具である。「太陽電池」という回答は4年生・5年生・6年生と急増し、合計47になった。「ソーラーカー」という回答は2年生以上に見られ、6年生まで着実に増えている。

一方、誤ったものとしては、「電池・電気」「電球・ライト・蛍光灯」「太陽・太陽熱・サンヒーター」・「ソーラー」が多かった。「電球・ライト・蛍光灯」については、逆のエネルギー変換を考えており、「サンヒーター」については、光を電気に変えてから水を温めるのでは、誤認識しているものと思われる。「ソーラー」については、日常語として「太陽熱温水器」例えば、『朝日ソーラー』などが考えられるので誤りに分類した。

図10は、正答・誤答・無回答の学年別比率をグラフにまとめたものである。正しい回答の割合は上の学年ほど高くなっているが、特に4年生以上になると着実に高まっている。それに対して、誤った解答の割合は、3年生以上で30%前後と、ほぼ一定している。無回答（または分からない）の割合は、1年生で86%の高率だったが、上の学年になるにつれて低くなり、6年生では23%まで下がっている。全体的には、学年段階による変化が明瞭に認められる。

表5 光を電気に変える器具の回答

器具名	1年生	2年生	3年生	4年生	5年生	6年生	計
正答							
太陽電池	0	0	0	8	15	24	47
ソーラーカー	0	1	3	8	9	11	32
ソーラーパネル・システム	0	1	0	1	1	4	7
誤答							
ソーラー	0	0	0	0	13	9	22
電池・電気	3	3	1	7	4	1	19
電球・ライト・蛍光灯	0	3	0	8	0	4	15
太陽・太陽熱・サンヒーター	1	4	1	4	3	2	15
その他	4	1	4	3	0	1	13
エネルギー・パワー	0	0	5	0	1	2	8
テレビ・スタンド	0	1	2	0	2	0	5
モーター・機械	0	1	3	0	1	0	5
電線・コンセント・スイッチ	0	1	0	1	2	1	5
分からない(無答含む)	49	50	40	41	24	18	222
計	57	66	59	81	75	77	415

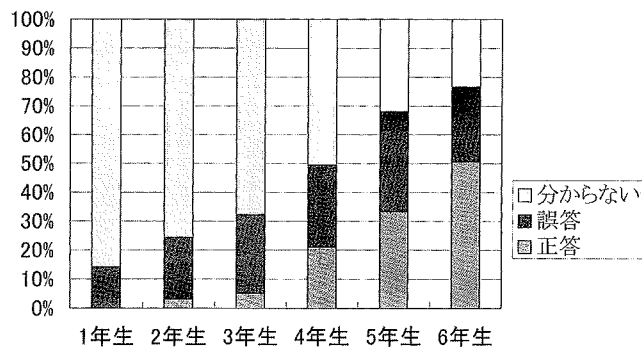


図10 光を電気に変える器具（正答・誤答別）

### (5) エネルギーに対する児童の学習意欲

設問6では、エネルギーについて学習したいかという学習意欲について5段階で記入させた。その結果を各学年男女別にまとめたものを図11示す。

1年生の場合は、「とても学習したい」と答えた児童が非常に多く、エネルギーに対する学習意欲が高いことが分かる。その反面、「全然学習したくない」と答えた児童も他学年より多く、特に男子に目立つ。「どちらでもよい」と答えた児童もかなり少なく、学習意欲の有無をはっきりと意思表示した結果が得られた。

2年生と3年生の場合は、「とても学習したい」と答えた児童が比較的多く、「まあまあ学習したい」と答えた児童も含めると、女子の方がエネルギーの学習に意欲的であると言える。

4年生と6年生については、「まあ学習したい」と答えた児童が多く、5年生については、学習意欲のある児童が他学年に比べて少なかった。高学年の特徴としては、「どちらでもよい」と答えた児童の多いことが挙げられ、50%前後の児童が意思表示を明確にしていない。

学習意欲の調査は、児童個人の判断基準がはっきりしていない点と、意欲の有無を表した児童の理由づけが記されていないという点で、さらに調査を深める必要がある。

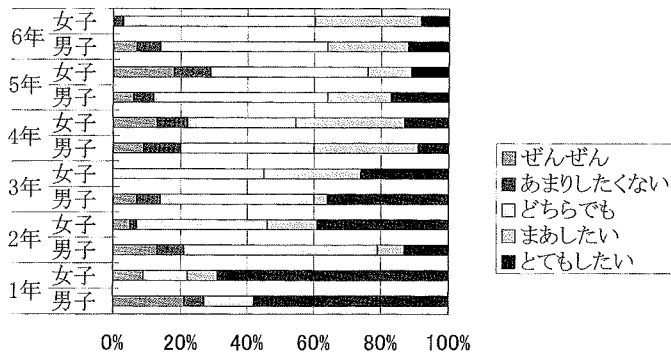


図11 エネルギーに関する子どもの学習意欲

## 5 おわりに

「エネルギーとはどんなものだと思いますか」という問いに対して、子どもたちは自分の考えを自由に書いている。図5や図6を見ると、子どもらしい表現によって、その内言がよく表されているといえる。この内言が子どもの思考活動において重要である理由は、思考を流動化させることにより、あらゆる情報の意味を自らの論理と照合し、それを受け入れる可能性を吟味していることにあるといえる。「エネルギーって、どんなものかなあ。力っていうか、何かを作る前のものとか、パワーっていうかな。頭では分かるけど、言葉に出せないよ」などがある5年児童の思考が流動化し、頭の中で考えが巡っている顕著な例である。

本調査で明らかになった児童のエネルギー認識の特徴は、エネルギーのとらえ方が個人によって異なり、内容が多岐にわたっていることである。このことは、澤田が6年生児童を対象とした実態調査を行い、6年生85名の記述内容は、「力のもと・食物」と答えたものが、全体の約40%を占め

ていると述べている<sup>10)</sup>。その理由として給食の食堂で、栄養士の先生や給食委員の児童に、今日の給食の中で「熱や力のもとになるもの」などの話を聞いているので、エネルギーと関連づけられたのではないかと述べている。小学校理科においてフォーマルには学習していない児童のエネルギー認識は、日常生活におけるインフォーマルな科学の情報によって形成されている。科学情報が氾濫している現代社会においては、子どものエネルギー認識が多様性を示すことは、当然の結果として理解できる。

今回の調査では児童のエネルギー認識を中心に、その情報源や学習意欲の実態、および太陽電池・発光電気器具に関する認識が明らかになった。しかし、課題として、電気のはたらきを授業実践するためにはまだ不十分な面がある。すなわち調査内容がエネルギー全般に関するものであり、電気エネルギー自体の認識についてはまだ十分明らかにされていないこと、また、光エネルギー以外で電気エネルギーに変換されるもの、すなわち発電の資源となり得るエネルギーについての認識が明らかにされていないことが挙げられる。ソーラーカーが動く仕組みでは、太陽電池そのもののエネルギー変換システムに関する認識が明らかにできていない。以上の点を補うため、電氣的エネルギーの認識を中心とした再調査が必要になってくる。そこで、今後は中学生などに調査対象を拡大し、電氣的エネルギーの認識調査を行う必要があると考える。

## 引用文献

- 1) 森本信也：「子どもの論理と科学の論理を結ぶ理科授業の条件」, 東洋館出版社, 1993, p.10
- 2) 佐々 登：「エネルギー概念について—本学学生についての調査—」愛知教育大学研究報告（教育科学編）, Vol.19, 1970, pp.15—25
- 3) 内川英雄：「エネルギーの指導のあり方—総合的エネルギー学習について—」, 理科の教育, Vol.37 (1), 東洋館出版社, 1988, pp.19—24
- 4) David Heil et.al.：「Discover the Wonder, Grade 5」, Scott Foresman, 1994
- 5) 室長大應：「学校教育におけるエネルギー教育」, 理科の教育, Vol.44 (11), 東洋館出版社, 1995, pp.12—16
- 6) 佐々 登：前掲論文2), pp.15—25
- 7) 近藤精一他：「エネルギー概念の認識は義務教育で可能か」, 大阪教育大学紀要, 第25巻, 第V部門第3号, 1976, pp.215—231
- 8) 松本謙一：「小学校理科におけるエネルギー教育—エネルギー的な見方を育てる鍵—」, 理科の教育, Vol.44 (11), 東洋館出版社, 1995, pp.17—19
- 9) 森本信也：前掲書1), p.11—12
- 10) 澤田征治：「エネルギー概念の形成に重点をおいた指導実践例—小学校高学年—」, 理科の教育, Vol.37 (2), 東洋館出版社, 1988, pp.28—29

(2000年5月1日受理)

## Abstract

Children are forming various energy concepts. The definition and the terminology of energy is not taught at all in elementary school in Japan. However, it is necessary to make understand the correct energy concept and the scientific terminology in the elementary science. Based on the result of our survey, the teaching material study of the energy concept should be conducted. We investigated children's energy recognition for 413 children in a Tottori municipal elementary school.

The questionnaire of the investigation are the following six questions;

- ①The experience of children of which the knowledge came to in the word of energy.
- ②The information media of the term 'energy'.
- ③The pupil's image of energy.
- ④The mechanism of energy changes with the solar car which is receiving sunlight.
- ⑤The converting apparatus of the energy from electric energy to light energy or vise versa.
- ⑥The learning conation of the children to study energy.

As for the frequency of the experience, the higher grade children are high rate who answered "seeing well or hearing well". In case of the lower grade children, there are many children who answered "once or twice".

The information media of the term 'energy' are the TV cartoon program, the scientific program, the daily news of the television and so on. It found that the influence by the TV commercial is more stronger.

After making free description of the image to the energy, it was possible to classify into "the one related to the power", "the one related to the electricity and the light", "the one related to the body of the person and his life" and so on. It thinks that the recognition of children to the energy are influenced by the informal science rather than formal science which is not learned from daily life.

