

小学校理科における学び文化の創造(2)

——人やものとかかわることを大切に——

柴 一実 山崎 敬人
秋山 哲 西井 章司

はじめに

新学習指導要領では、平成14年度から完全実施される小学校理科の内容のうち、B区分「物質とエネルギー」において、第3学年で3種類程度、第4学年から第6学年までで2種類程度の「ものづくり」を行うことが明記されている。理科学習と「ものづくり」や製作活動との関わりは、従来から強調されていた。特に戦後の生活単元理科において、製作活動は観察や実験、飼育・栽培、見学などと並んで、重要な学習活動と捉えられていた。例えば、1952(昭和27)年版学習指導要領において、製作活動の意義は次のように記されていた。「①機械や器具を製作したり、操作したりすることによって、その構造や機械を理解することができる。②操作によって、科学が生活に役立っていることを理解できる。③製作したり、操作したりする過程で、問題をつかむことができる。④製作や操作の過程で、次の能力や態度が養われる。(a)企画する、(b)原理を応用する、(c)設計図をかく、設計図を理解する、(d)材料を集める、材料を使う、(e)道具や機械を使う、(f)工作する、(g)計画に従って仕事をする、(h)根気よく仕事をする、(i)協力して仕事をする、(j)くふうする、(k)科学を尊重する、(l)科学を日常生活に応用する。」(文部省 1957:177-8) このように製作活動することによって、第一に、機械や器具についての理解を深めること、第二に、科学の生活上の応用面について理解すること、第三に、製作過程で、問題把握を行うこと、第四に、製作過程で自然の原理を応用したり、工夫したり、日常生活に応用する能力や態度を培うことが求められていた。

それでは、当時の製作活動と今回の「ものづくり」で何が異なるのか。現在、文部科学省教科調査官の日置光久氏は、『ものづくり』は、児童が学んだ知識を生活へ応用する活動であり、『実感』を伴った理解へ至るための効果的な活動となり得る。そのため、児童の日常生活に関連した関心、意欲を大切にす『もの

づくり』が展開できるような工夫が大切である。」と述べている。(角屋 1999:28) ここでは「ものづくり」は、学んだ知識を応用したり、実感を伴って理解する場として位置づけられている。欧米では、手を用いた活動を示すことばとして、Hands-on activity がある。子どもは、ハンズオン活動による自然現象との直接経験を通じて、知識を構成するのである。子どもは科学について学ぶのではなく、科学をなす(do science) ことによって、意味構成を可能にするのである。(Brown 1996:3) わが国の「ものづくり」はハンズオン活動の一部であると見なしたい。カリフォルニア大学ローレンス・ホール研究所を中心として開発された SCIS (Science Curriculum Improvement Study)(1970) の流れを汲む SFLL (Science for Life and Living) は、1992年に BSCS (Biological Science Curriculum Study) によって開発された初等科学カリキュラムである。このカリキュラムの特徴は、①科学、技術、健康を統合した内容構成、②主要概念とスキルの習得、③構成主義学習論に基づいた5段階教授モデル、④協同学習、⑤ハンズオン教材などである。(BSCS 1992) また現在、オーストラリアの約35%の小学校で用いられている PI (Primary Investigations) でも、ハンズオン活動はカリキュラムの一つの特徴として取り上げられている。(AAS 1994) ハンズオン活動は、諸外国のカリキュラムにおいても取り上げられ、「ものづくり」活動の重要性が指摘されているのである。このように国内外のカリキュラムを見る限り、「ものづくり」活動は従前の理念に加えて、近年の理科学習論からの要請を受けて取り入れられていることが分かる。

構成主義学習論の立場から、ホワイト (White, R. T.) は子どもが記憶する知識の要素として、7つのタイプを挙げ、観察や実験、製作などの遂行能力を示す「運動技能」の重要性を指摘している。(ホワイト 1991:41) また堀哲夫氏は、素朴概念を克服するため

の指導過程として、認知的葛藤場面を設け、新しく構成された考えを応用する場の重要性を指摘している。

(堀 1998:197) 彼らの主張や先述のカリキュラムの強調点などを考慮すると、「ものづくり」を理科学習における子どもの認知的変容の場として位置づけ、そのあり方を探ることが現代的な研究課題をして導き出されるのである。

本研究は昨年からの継続研究である。昨年度は、人との関係性のメカニズムを探るという視点から研究を進めた。本年度は、「もの」との関連性を探るという視点から、第3学年の単元「じしゃくのひみつ」及び第5学年の単元「おもりが動くとき」の授業を実施し、「ものづくり」における認知的側面について考察した。授業者は広島大学附属東雲小学校、秋山哲教諭及び西井章司教諭であった。児童は同校第3学年39名、第5学年38名であり、授業実施日は2001(平成13)年12月12日であった。

1. 理科授業のねらい

(1) 理科学習のめざすもの

本校では、「自ら考え、判断し、行動する」自立した子どもたちの姿を、理科学習でも育てていきたいと考えている。子どもたち自身が考え、判断し、行動しなければならない場面を教育的見地からモデル化して供給することで、主体的な問題解決活動を行うことや自己の考え方や行動を改める態度を身に付けることが培われ、日常生活の中で様々な問題に対処して力強く生きていける自立した子どもが育つのではないかと考える。

(2) ものや人と関わることの重要性

日常生活経験から、子どもたちは、生活の中で目にする現象を自分なりの考えをもって観察し解釈している。そこで、子どものもっている考えと科学的概念の「ずれ」に焦点を当てて理科の授業を行ってきた。

科学概念との「ずれ」は、すなわち人々に広く受け入れられる考えとの「ずれ」であり、自分の考えを受け入れてもらえるように確証や反証の実験観察を行っていくこと、また、その結果に基づいて自己の考え方や行動を改める態度を身に付けることが自立した学習者として必要になってくるのである。

研究初年度の昨年は、人とのかかわりに焦点を当てて授業研究を行ってきた。子どもたちが、自らの考えを明らかにし追究していく過程で、互いの考えが対立する場面では、活発なやりとりがなされ、多様な考え方が認められる場面も少なくなかった。しかしながら、考えを深めたり、観察や実験を推し進めたりするためには、ものとのかかわりが必要になってくる。表1に

表1 理科学習におけるかかわり

対象との かかわり	不思議だな。 きれいだな。 楽しそうだな。 調べてみたいな。	・五感を働かせる ・問いをもつ ・視点をもつ ・自由試行をする
人との かかわり	なるほど。 本当にそうかな。 みんなは どう思うかな。	・共感する ・認める ・受け入れる ・疑問をもつ ・考えを伝える
自分との かかわり	わかった。 そうだったのか。 やっぱりこう思う。 次はこうしよう。	・振り返る ・認める ・受け入れる ・考えを修正する ・新たな疑問や課題をもつ

示すのが理科学習で大切にしたいかかわりである。人とのかかわりだけでなく、対象とのかかわりが深くなければ、共感や考えの修正には至らないのである。

対象とかがわることで追究し、人とかがわることで考え方や学び方を身に付け、自分とかがわることで納得したり、考えを改めたり、新たな課題をもったりできるのである。

(3) ものづくりを通して育てたい子ども像

理科学習で育てるべき子ども像を次のように考えている。その中でも、ものづくりの活動では◎の部分育てるのに有効と考えている。

◎日常の事象の中に課題を見つけだす子ども

◎課題解決に向けて行動を起こす子ども

・自分で課題解決の方法を考え出す子ども

・具体的な視点をもって観察・実験を行う子ども

・自分の考えとの他人の考えを正しく評価する子ども

・解決の方法の優れている点に気がつく子ども

◎自分の考えや行動を改める子ども

◎自分の考えをわかりやすく表現する子ども

理科学習を教室の中で終わらせるのではなく、日常生活に結びつくものとするために有効な活動の一つにもものづくりはある。身近なものを使って観察や実験のための道具を作ったり、学習したことがらを使っておもちゃや生活に利用できるものを作ったりすることで、日常生活の中での様々な事象にも興味を持てるようになると思う。

また、ものづくりの過程は試行錯誤の連続で、問題追究の過程と類似している。このことは、自分の考えを科学的な概念に修正していくための足がかりになる

ことであるとも考える。そして、作ることを通して技術の習得や学習した事柄の定着につながるのである。

ものをつくることは、自分の考えを表現したり、他者の作品を見ることを通して、様々な工夫を見取り自分や他者を評価する態度を養う上でも重要と考えている。さらに、手を動かしてつくる活動は「おもしろい」「楽しい」「すばらしい」等の感動を経験できる場でもあり、自分の良さに気づく場でもあると考えている。

以上のことから、ものづくりは理科学習でめざす子ども像に迫るための有効な手段であると考えている。

そこで本年は、身の回りの道具やおもちゃなどを製作することによって、理科で学習してことがらを日常生活と関連づけて考えることができるようにしたり、つくりながら発見や工夫を行うことができる子どもの実感を重視した授業づくりを行いたいと考えた。

第3学年では「じしゃくのひみつ」の単元で、おもちゃづくりを中心としたものづくりを、第5学年では「おもりの働き」の単元で振り子と衝突の課題に別れた子どもたちが、ゲームづくりを行った。

2. 授業の実際

(1) 第3学年「じしゃくのひみつ」

単元について

子どもたちにとって磁石は身近に存在する不思議なものの一つである。学校生活でも黒板やホワイトボードにマグネットシートを使ってカードを貼り付けたり、フェライト磁石でものを留めたりすることはよくある。しかしながら、磁石にくっつく物があることは知っているも、極の性質まで十分知っている者は少ない。そこで、接着剤とは違い、離れていても力が働いてくっ

つくことやくっつく物とくっつかない物があること、くっつく物は磁化すること、極があつて同極は退けあい異極は引きあうことなど、本単元で操作を通して学習することは大切であるといえる。

本学級では、電気の学習でも電気を通す物と通さない物の学習をしており、磁石の学習を電気の学習と比較しながら学ぶことは、これから電気と磁石の関係を学習していく上でも重要であると考えている。磁石は、子どもたちが安全に試行錯誤できるよい教材である特性もふまえ、十分な操作や製作の時間もとりたい。

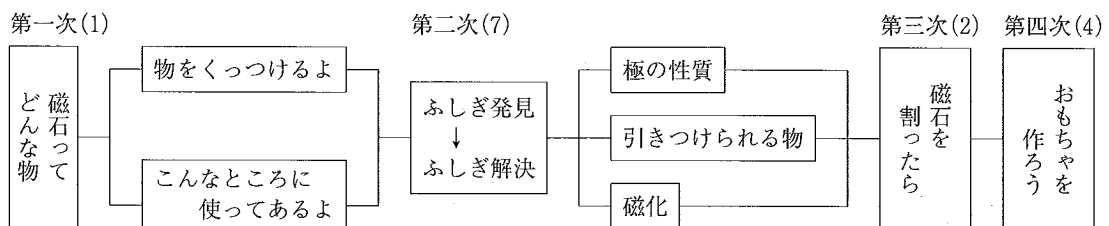
単元のねらい

- 1 磁石を使った活動を楽しみ、磁石の力の不思議さや性質を進んで調べようとする態度を育てる。
- 2 鉄が磁石に引きつけられることや極の性質など、比較を通して考えることができるようにする。
- 3 磁石につく物とつかない物を分類したり、極の性質を調べたりできるようにする。
- 4 磁石について、極の性質や磁石に引きつけられる物とそうでない物があること、磁石に引きつけられる物は磁化することなどがわかるようにする。

授業設計の焦点

磁石を使ったおもちゃづくりをするにあたり、作ったおもちゃで一年生と遊ぶ場の設定をした。遊ぶ相手を明確にすることでおもちゃのイメージがより具体的になること、1年生に教えるということを通して、これまでの学習でわかった磁石の性質をより確かなものにすることを考えた。「一年生に磁石のふしぎを伝えよう」という活動を通して、子どもたちが単元で不思議に思っていたことを一年生にわかりやすく伝えるために工夫しながら明らかにできると考える。

単元計画……………14時間 (本時 第4次 第4時)



仮説 作ったおもちゃで1年生が遊ぶ場を設けることにより、自分がふしぎに感じた磁石の性質を使ったおもちゃづくりを行い、その仕組みをわかりやすく説明することができるであろう。

本時の目標

磁石を使ったおもちゃで、一年生と遊びながらじしゃくの不思議なところを相手にわかりやすく説明できる。

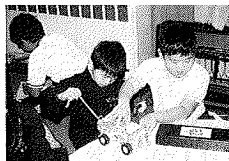
準備

自作のおもちゃ、遊び方の説明書、磁石、カッターナイフ、画用紙、テープ、補修に必要と思われるもの。

授業の実際（第3学年『磁石の不思議を伝えよう』）

教師のはたらきかけ	学習活動
<p>T1：今日の5時間目は、理科の学習で作ったおもちゃを使って、1年生と一緒に遊びます。そのとき、みなさんは磁石の不思議が1年生に伝わるように、面白さが伝わるように遊ばせてあげてください。</p>	
<p>T1：どんな不思議が待っているのか、1年生の人、しっかり見て下さい。何か楽しい遊びがあるといいですね。</p>	<p>C1(3)：1年生のみなさん、よく来て下さいました。3年1組は理科でおもちゃを作りました。 C2(3)：不思議なおもちゃや、手品がいっぱいあるので、たくさん遊んでいってください。</p>
<p>T2：1班の人から順に別れます……。</p>	
<p>T1：ちょっと待って？いい？みんな始めてもいいですか？</p>	<p>—班の振り分けが行われ、終わったところに子どもから声が出る— C3(I児)：先生、始めてもいいですか？</p>
<p>T1：3年生の人、いいですか？</p>	<p>C(ほぼ全員)：はい。</p>
<p>T1：はいそれじゃあ、始めて下さい。どうぞ。</p>	<p>C(全員)：はい。</p>
<p>T1：種明かしの前にどうしてそうなるか、どう思うのか、聞いてみたら？</p>	<p>—ここから3年生と1年生の交流が本格的に始まる— —ここからI児の交流を中心に— C3：これは砂鉄です。釘を中に入れると…、くっつきます。それで、次に釘をにくっつけます。</p>
<p>T1：それが磁石の性質を持っているかどうか、みんなに示して。</p>	<p>C3：自分のおもちゃ（磁化された釘についてであると思われるが）について、T1に自分なりの説明をしている。</p>
<p>T1：他の釘かなんかを持ってる人とやってみて。</p>	<p>C3：これが？でももう（磁力が）無いかもしれない。</p>
<p>T1：これ…。これとこれがかくっついたら、磁石の性質があるんだね。ちょっとやってみよう。それは磁石でくっつくの？</p>	<p>C3：これ。（金属物のようなものをT1に差し出す。）</p>
<p>T1：それ…。磁石の性質を持ってるから、これにくっつくの？</p>	<p>(C3の児童、磁石に付けた釘を先ほどの金属物に付けてみる。) —C3：少し素材を使って考え込む—</p>
<p>T1：これはゴム磁石です。磁石に見えるかな？</p>	<p>C3：他の釘とか持ってるっていいんだけど……。 —別の釘を、C5の女児から手渡されたヘアピンにくっ付けてみている。その後、それを1年生に渡して、やらせている—</p>
<p>T1：これが磁石かどうか、どうやったら分かるの。磁石なら砂鉄でもくっつくのでは？</p>	<p>C(1年生)：おおー、くっ付いたー。 —1年生の子ども達が、不思議そうにその様子を見ている— C(1年生)：落ちたー。 (別の1年生が試している。)</p>
<p>T1：じゃあこれ磁石かどうか、分からないのでは？砂鉄かもしれんねえ。</p>	<p>C3：(先ほどから、出している袋の中の物の説明)これは、ゴム磁石という磁石を削ったんだけど…、それでこれはゴ磁石で、これはゴム磁石をやすりで削って</p>
<p>T1：みんなに見せて説明して…。</p>	<p>C(1年生)：見えなーい。 C3の児童、磁石を使って説明を始める。</p>
<p>T1：はいそれではグループを代わります。</p>	<p>C3：これ。磁石を使う…。</p>
<p>T1：じゃあこれ磁石かどうか、分からないのでは？砂鉄かもしれんねえ。</p>	<p>C3：ううん。全部くっつく…。</p>
<p>T1：みんなに見せて説明して…。</p>	<p>C3：なら、釘をくっ付ける。釘は砂鉄はくっつけないから… —釘にゴム磁石の粉が付いている様子を見せようとする— (C3：磁化していない釘にくっつくことをやって説明している。)</p>
<p>T1：はいそれではグループを代わります。</p>	<p>—しばらく1年生に自由におもちゃを触らせている— —グループ替え—</p>

交流の様子



C3：どれから引っ付けてほしいですか？
 C(1年生)：(砂が入った袋を指して)これ！
 C3：じゃあ、みんないっぱいだから、それから……。釘を近付ける。
 C(1年生)：やったあ。お砂糖だ、お砂糖。お砂糖付けてもらう。あっ！くっ付いた！
 C3：見える？
 C(1年生)：見える。くっ付いた、くっ付いた。すごーい。砂糖だ。
 C(1年生)：砂鉄！砂鉄、砂鉄。
 (ゴム磁石を削ったものを持ち上げて)消しゴムのカス！消しゴムのカス！
 C3：いくよー。じゃあ、次どれー？消しゴムのカス？3人だから、こっち(砂鉄)ね。
 C(1年生)：やったー。
 C3：黒い砂が釘にくっ付きます。
 C(1年生)：さっきよりいっぱいくっ付いた。次は消しゴムのカスだよ、これー。
 C3：(消しゴムのカスと呼ばれている、ゴム磁石の袋を持って)消しゴムのカスが、釘に…くっ付きます。
 C(1年生)：次はこれー！これ、ただの石コロ。
 C3：石コロが…。(演示)
 C(1年生)：くっ付くわけじゃないじゃん。石コロが……。あっ！くっ付く！なんでくっ付く？ただの石じゃん。
 C3：今度は釘に……。 (失敗)。 待つて。もうちょっと強くするけ…。
 C3：あっ！ちょっと待つて。できるかもしれない。(ここで、再度釘を「石」に付けて見せる。) これで、終わり。質問は…。
 C(1年生)：なんでこれ…。石コロ？引っ付くの？ただの砂だよ…。
 C3：分かった？ どうなっているか教えてあげようか。これが砂鉄(砂鉄入りの袋を指す)。磁石によく引っ付く。
 C(1年生)：これはー？ 消しゴム！消しゴムのかす！
 口々に 海草とか消しゴムのかすなどと話す。
 C3：教えてあげる…。これがゴム磁石をはさみで細かく切ったもので、これがゴム磁石をやすりで削ったもの。
 C3：あの…、(磁石を何個か出して)磁石で引っ付けて、(袋を差し出して)それぞれ磁石で引っ付けてみせる。
 (しばらく1年生の児童に、おもちゃを好きにさせる。)

T1：1年生は、いくつかのゲームしましたよね？どうでしたか？何か面白いなあというのがあった人。
 T2：これが好きだったよ。これが楽しかったよ。これが面白かったよ。というのを教えて下さい。
 T1：どんなところが面白かったですか？

C1-1：魚釣りです。
 C1-2：迷路です。
 C1-3：磁石で動かすところです。
 C1-4：ネコが餌を食べたのが面白かったです。
 C1-5：消しゴムみたいなのが、磁石にくっ付いたのが面白かったです。
 C1-6：車を動かして、磁石で釘を取るのが面白かったです。
 C1-7：砂鉄を取るのが面白かったです。
 C6：ルールをしっかり覚えた方が教えられていいかと思います。
 C7：砂鉄取りの砂鉄を増やせばよかった。
 C8：もうちょっと、話し声を大きくして、ゆっくり話せばよかったと思いました。
 C9：迷路のふちまで作らなければいけなかった。時間がなかったから、作れなくて…。
 C10：迷路の道を広くすれば1年生たちが遊ぶ時に、うまく遊べたと思う。
 1年生日直：背筋を伸ばしましょう。お礼を言いましょう。
 ありがとうございました。さようなら。

T1：3年生の人に聞きます。1年生の人が遊んでいるのを見て、ここを工夫すれば、もっと楽しくできたなと思っている人。
 T1：今日みなさんのテーマは、「磁石の不思議を1年生に伝えよう。」ということでした。どんな不思議が伝わったでしょう？磁石の性質の中で、使っていない性質はなかったですか？ どう？ みんなが、お互いのおもちゃを見て、もっと違った発想のおもちゃはないか考えてみましょう。
 T2：はい1年生立って、お兄ちゃん、お姉ちゃんの方を向いて、日直さん、お願い。
 T1：1年生のみなさん、ゲームはまだあるので遊びに来てください。3年1組へ。

指導教師の所感

C3の児童は3次の授業の中で、磁石を2つに切ったとき、「真ん中だったところは磁石の性質をもたない」と主張した子どもである。実際にためてみる中で、真ん中も磁石の極の性質をもったことに関心を示し、今度のおもちゃづくりでもゴム磁石を細かく切り刻んでみると張り切っていた。「もっと小さくしたい」というので、やすりで削ってみてはどうかと助言した。

C3の児童は、磁石を切るとどうなるかという授業で、自分の考えを発表して以来、活発に活動し、一年生とのやりとりも、5人グループの中で最も積極的であった。削ったゴム磁石と比べるために、砂鉄を集めることをはじめに行ったのもこの児童である。

授業後、C3の児童に細かくしたゴム磁石について聞いてみた。「はさみで切ったのはつくけど、粉々のはあまりつかない。」→「細かなのは、磁石の性質がうち消されていると思う。」そこで、「小さい磁石もN極S極ってあるの?」と問うと「ないと思う……。わからない……。」→「また調べてみる。」

単元の学習の中で、印象に残ったことを一年生に伝えようという姿は、多くの子どもたちにみられた。写真の児童は、離れているところでも磁力の働くことをおもちゃに利用できないかと考えた子どもである。同様の性質を利用して迷路やブランコを動かすゲームを作った児童は21人、同じ極が退け合う性質を利用した子どもは9人、鉄が磁化することを利用した子どもは、



5人であった。磁石が北を指すことを利用したおもちゃは、子どもたちの中から出てこなかった。ただ、ふり返りの中では、利用したおもちゃ

を考えている子どももいた。

多様な性質を1年生に伝えたいという3年生の児童なりの思いが伝わってきた。

しかし、お互いの考えを深めあったり、工夫を認め合ったりするという観点からすると共通の学習経験を積んだ3年生どうしでの遊びの場もよかったのではないかと考えている。

(2) 第5学年「おもりが動くとき」

単元について

日常生活の中で、子どもたちはブランコやターザンロープなどの遊具に接している。またメトロノームなどのふりこを利用した道具についても目にしている。しかし、ふりこやおもりの運動とそれに伴う変化の規

則性まで意識して見ているわけではない。そこで本単元ではおもりを使い、おもりの重さや動く速さなどを変えて物の動く様子を調べ、物の動きの規則性についての見方や考え方もつよようにするとともに、物の動きとそれに伴う変化に興味をもち、子どもたちが日常接している現象に結びつけられることがねらいである。

本学級の児童は、ブランコやターザンロープあるいはボーリングやビー玉遊びなど本時の学習に結びつく経験をしてきている。そこで児童の生活経験を生かし、今まで当たり前のように見ていた現象をもう一度見直すような活動の中から学習を構成していきたい。またほとんどの児童が実験やものづくりなどの活動に対して意欲的である。本単元の学習では、自分たちで考えた方法で実験を試みることを中心にするとともに、具体的に操作する時間を十分に取ることで、自分なりの課題を見つけ、意欲的に追求できるものとする。

単元のねらい

- 1 ふりこの仕組みやおもりの働きについて、意欲的に調べようとするができるようにする。
- 2 おもりを使い、おもりの重さや動く速さなどの条件を変えて、物の動く様子を調べ、物の運動やそれに伴う変化の規則性を捉えることができるようにする。
- 3 予想をもとに実験を計画し、行うことができるようにする。
- 4 ふりこが一往復する時間や物が動いた距離を表やグラフに表して、結果を分析することができるようにする。
- 5 学習した成果を活かしてゲームを作ることができるようにする。

授業設計の焦点

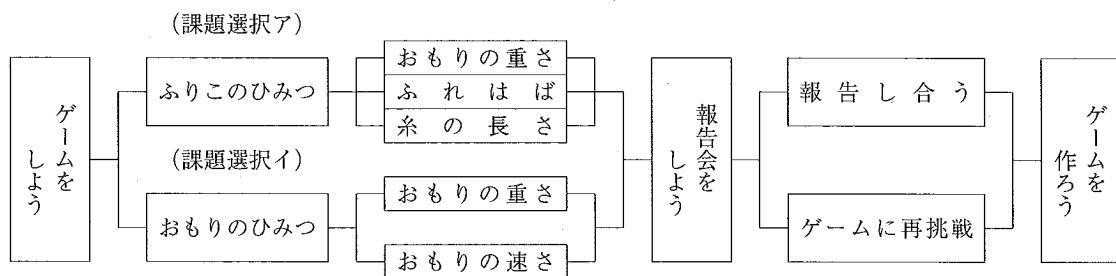
児童は第二次までの学習において「ふりこのひみつ」と「おもりのひみつ」の二つの課題別グループに分かれておもりが動くときの学習を進めてきた。また第三次の学習においてそれぞれの学習の成果を発表し合い、自分が選択していない課題についても理解を深めてきた。本時の学習においては、今までの学習の成果を活かしてゲームを作る場を設定する。場を設定し、活動することで、学んだ知識を生活へ応用したり、実感を伴った理解をすることができるからである。また、製作を始める前に、自分たちの原案を発表し合う場を設ける。他の児童の作品の良いところを取り入れたり困っているところをアドバイスし合うなど、子どもたちどうしのかかわりが深まり、より良いゲーム作りを行うことができるからである。

単元計画……………14時間（本時 第四次 第2・3時）

第一次(2) 第二次(4)

第三次(3)

第四次(5)



仮説	お互いの原案を発表し合ってから製作活動を行うならば、他の児童の作品の良いところを取り入れたり、困っているところをアドバイスし合うなど、子どもたちどうしのかかわりが深まり、より良いゲーム作りを行うことができるであろう。
----	--

本時の目標

今までの学習を活かしてゲーム作りに意欲的に取り組むことができる。

準備

学習カード（ファイル）、OHC、カッターナイフ、はさみ、のり、接着剤、ビニールテープ、のこぎり、きり、ペンチ、ダンボール、おもり（ビー玉等）、ストロー、糸、フィルムケース、画用紙、ペットボトル、わりばし、針金、木片、紙管、卵のパックなど

学習の展開

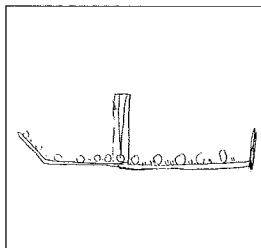
学 習 活 動	教 師 の 働 き かけ
1 本時の課題を確認する	1 本時の課題を、全体の見通しの中で確認する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">今まで学習してきたことを取り入れてゲームを作ろう</div>
2 原案を発表し、アドバイスし合う <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">取り入れたところ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">工夫したところ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">困っているところ</div> </div>	2 前時に書いた設計図をもとにして、自分の考えているゲームを発表する場を設ける。 ・「おもり」「ふりこ」のどんなところを取り入れたのかを明確にするよう促す。 ◎困っているところに対してアドバイスをしたり、よく工夫していると思うところを発表したりするよう促す。
3 もう一度自分の設計図を見直して考える <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">このまま作ろう</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">考え直してみよう</div> </div>	3 発表を聞いて、自分の設計図を見直す場を設定することで、より良いゲームを作ることができるようにする。
4 準備してゲームを作る	4 自分たちで考えたことをもとにゲームを作る場を設ける ・机間指導して安全に留意するよう促す。 ・製作を行っている途中で思いついたことも取り入れて良いこととする。 ・児童が十分活動できるように時間や材料を確保する。
5 本時のふりかえりをする	5 感じたことや思ったことを自由に表現する場とする。

授業の実際（第5学年『ゲームを作ろう！』）

本時ではまず課題の確認を行った後、前時で書いた設計図をもとに原案の発表を行った。「ふりこのひみつ」

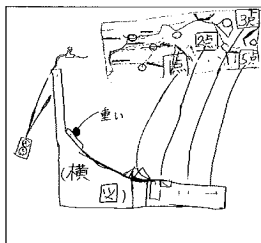
「おもりのひみつ」の両方の要素を取り入れてゲームを考えた児童2名に焦点を当てて記録を取った。（Aさん）

「ふりことおもりを利用してやったんだけど、ふりこのところはひもの長さを自由にできるようにして、転がすおもりを重なおもりにして、よく転がるように斜面をきつい斜めにしました。それで、おもりを取り入れたところは、この辺に一つの玉を置いておいて、上から転がってきた玉がその玉にぶつかったら、二つの玉で点数のところに入れられるようにしました。」



(Bさん)

「私たちは、グループで作るんだけど、ここは先生が作った物と同じように木を使いたいと思うんだけど、まあ、この○は一つの玉として考えてください。これは動いている様子を描いたものです。」



まずここから玉を落として、このあたりに来たときにふりこを持って、この辺を通過したくらのときにふりこを振って、その振って当たった玉を止めるという、あまりゲームじゃないんだけど、ちょっと実験みたいなやり方でやってみました。」

この2例以外に3つの設計図の発表を児童が行った後、もう一度自分の設計図を見直す時間を5分とった。

他の児童の考えを見たり聞いたりして設計図を書き直す児童が約半数いた。

設計図を見直してから実際に製作に取り掛かった。以下二人の製作活動の概要を載せる。

----- Aさん -----

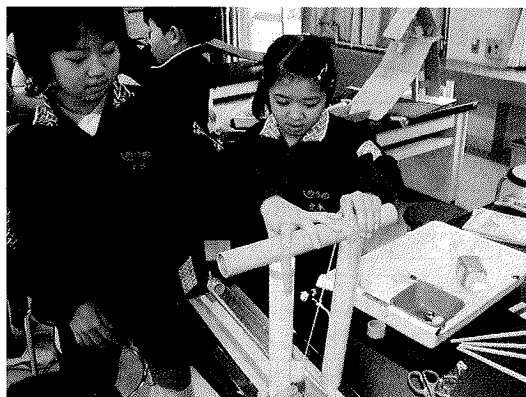
- ・もう一人の児童と話し合いながらダンボールをカットする。カットしたダンボールをテープでつなぐ。
- ・ダンボールの折り目が折り曲がらないようにテープで補強する。
- ・ダンボールを重ね合わせ、傾斜をつくる。もう一人の児童の発案でテープの端を二股にして貼る。
- ・補強のためにダンボールを側面に貼り付ける。傾斜の後ろに山の障害を作り、玉がどのように転がるか確認しながら、山の高さを決める。フィルムケースを敷き、山の高さを調節する。
- ・フィルムケースをテープで固定する。
- ・細いラップの芯を太いラップの芯に差し込み、伸縮自在にできるようにする。画鋸で固定する。

----- Bさん -----

- ・ラップの芯を縦に切断する。切断した芯を縦につなげる。
- ・輪切りにしたラップの芯に縦に切った芯を差し込み、その中にフィルムケースを入れる。グループの友だちと、おもりと本体のどちらの長さを調節するかを討論する。
- ・パイプ連結部分の補強を行う。
- ・ゴールの旗を作る。
- ・パイプだけでは不安定なので、ダンボールを敷き、固定させる。ラップの芯にきりで穴を開け、ふりこをつり下げる部分を作る。
- ・きりで穴を開けたラップの芯に糸を通そうとするがうまくいかない。グループの友だちが針金を通そうとするがこれもうまくいかなかった。

Aさん、Bさんとも製作活動の途中で本時が終了した。次時の活動で完成したゲームが次の図である。

(Aさん)



(Bさん)



製作活動の後、ふりかえりを行った。次に児童のふりかえりを載せる。

…… Aさん ……

○本時

今日は、いつもよりも進まなかったけど、案外進んで良かった。それに新しい工夫をしたので良かった。

○完成後

今日の学習で完成しました。予想よりも上手にでき、工夫もできてよかった。

…… Bさん ……

○本時

ゲーム（本体）をくっつけるのが難しかった。
次は△の形の支えている部分を作りたいと思う。

○完成後

予想通りにはできなかったけど、ゲームらしくできてよかった。

指導教師の所感

①ものづくりにおける本学級の児童の実態から

本学級の児童は、6月に自作の天体望遠鏡を製作している。本単元のものづくりは、5年生になって2回目の本格的なものづくりであった。事後調査によると、簡単だったと答えた児童が71%であった。主な理由として「設計図をきちんと書いたから」「協力し合ってきたから」「参考になる資料を見つけていたから」などが挙げられている。原案を発表し合ったり、設計図の見直しを取り入れたことのある程度表れていると言える。しかし反対に難しかったと答えた29%の児童はその主な理由として「道具を使うのが難しかった」「設計図通りに作れなかった」「ゲームをつくったことがない」などを挙げている。これからの理科の学習においてもものづくりの位置付けや、いかに技能の向上を図っていくかなど、さらに検討を加えていくことが必要であろう。また理科の学習だけではなく、他教科や総合学習との関連も図っていく必要があるだろう。

②「ゲーム」を取り入れた単元の構成とものづくりについて

本単元は平成14年度から全面実施される学習指導要領において取り入れられた課題選択学習の単元の一つである。本単元の導入にあたっては、「おもりのひみつ」と「ふりこのひみつ」の両方の要素を含んだゲーム遊びを行った。両方の要素を含んでいることでそれぞれの課題を選択した児童どうしのかかわりが深まり、学習の成果を共有しやすいと考えたからである。またゲームを取り入れることで児童の興味・関心を喚起しやすいと考えた。実際に児童が意欲的に学習を進めた場面を多く見ることができ、事後調査によると「ゲームを使って学習を進めたこと」「ゲームを作ったこと」

を合わせて95%の児童がとても楽しかったと答えている。ゲームから授業を始め、ゲームを作る活動で終わったことは単元の中で児童が見通しをもって学習を進めることもできた。しかし、ものづくりのめあての一つである「学んだ知識を生活へ応用する」ということが深まらなかったように思われる。今後の検討課題としたい。

③ものづくりを単元のまとめとして位置付けたことについて

本実践では、ものづくりを単元のまとめとして位置付け、第二次の学習においては、教師の自作教材を使用して学習を進めた。全ての学習や学習したことの報告会を終えた後にもものづくりを行ったので、多くの児童が、学習の成果を活かしたゲームを作ることができたように思われるが、実験道具そのものを児童自らが考えて学習を進めるといふ単元の展開も考えられる。そうすればより意欲的に学習を行うことができるかもしれない。しかしその場合には児童の実験道具の精密さが問題になるであろう。従ってより緻密な支援の方法を考えることが必要になってくるだろう。これについても今後の検討課題としたい。

3. 考 察

(1) 第3学年の単元「じしゃくのひみつ」

「ものづくり」活動は、単元の終わりに4時間かけて行われた。子どもは前時までに学習したことを、どのように「ものづくり」活動に生かしたのか。第3学年の「ものづくり」は「玩具づくり」であった。玩具づくりで、子どもが用いた磁石の性質は次の通りである。①二つの磁石は離れていても、引き合う（11名）、②磁石は離れていても、鉄を引き付ける（10名）、③二つの磁石は斥け合う（9名）、④磁石に引き付けられる物は磁化する（5名）、⑤磁石を切る・削る（2名）、⑥砂鉄を用いる（1名）。磁石に働く斥力や引力などを用いた玩具づくりが全体の約79%を占めていた。

次に子どもは玩具づくりを通して、どのように考えを発展させたのか。抽出児C3は④と⑤の性質を利用した玩具づくりに取り組んでいた。この活動の前時に、「磁石を真ん中で切ると、どうなるか」という問いが教師からなされた。結果は、(a)NとSの単極に分かれる（23名）、(b)分離した磁石にもN極とS極がそれぞれある（12名）、(c)分離すると、磁石はN極と性質を持たない部分、S極と性質を持たない部分に分かれる（1名）、(d)分らない（3名）、であった。抽出児C3は(c)を選択したが、実際に磁石を切ることを試み、(b)の科学的概念に考えを転換した。玩具づくりでは、ゴム磁石をハサミやヤスリを使って、さらに細かく切

断し、「消しゴムのカス」状態の磁石が釘に付くという「不思議さ」を1年生に演示していた。しかし、ヤスリで削った磁石が釘に付き難くなるという現象に接し、「小さく切ると、NS極がなくなる」と考えを変更した。磁力の強弱を、NS極の消失と関係づけて説明しようと試みたのである。第一次から第三次までの学習を通して、視覚的に大きな磁石を切断すると、それぞれの磁石にNS極ができることを理解し、さらにその考えを発展させて、もっと細かく切ったり、削るという玩具づくりに及んだのである。しかし、余り磁石を細かくしすぎると、釘が付き難くなるという現象に直面し、NS極の消失説が出現したのである。子どもの考えは状況依存的、内容依存的であり、一貫性を持たないと言われるが、この例が如実に示している。従来の認知研究で指摘されているように、「粒子メタファ」が溶解概念の理解に有効であるのと同様に、「分子磁石メタファ」などの導入が子どもの磁石概念の理解を促進する要因になるのではなかろうか。

(2) 第5学年の単元「おもりが動くとき」

「ものづくり」活動は単元の終わりに、3時間かけて行われた。第5学年の「ものづくり」は「ゲームづくり」であった。本単元は、今回の学習指導要領の改訂において、初めて導入された課題選択を含んでいる。つまり、子どもは前時において、振り子か衝突のいずれかを選択学習し、第三次「報告会をしよう」で実験結果を相互に発表し合い、ゲームづくりに臨んでいた。子どもが課題選択を行うに当たって、第二次で、振り子と衝突を組み合わせたゲーム器が教師から演示された。その結果、振り子を課題として選んだ班は4（15名）、衝突を選んだ班は6（23名）であった。それでは、前時までの学習はゲームづくりにどのように生かされたのか。衝突を生かしたゲームづくりを行った班は13（29名）であり、振り子と衝突を生かしたゲームづくりを行った班は3（8名）であった。後者のゲームづくりを行った3つの班のうち、2つの班の子ども5名は、課題選択のときに振り子を選択していた。残りの1つの班は1人が振り子、2人が衝突を選択していた。この班の子ども達はお互いに話し合っ、ゲームを考案したと考えられる。しかし、2つの班の5名の子どもは、振り子を選択学習した後、「報告会」で他の児童から衝突の発表を聞いて、両者の法則性・きまりをゲームづくりに生かしていた。全体のわずか13%程度であるが、この子ども達の学習効果を評価したい。その一方で、ほとんどの子どもが振り子をゲームに取り入れていなかった。その要因の一つとして、「報告会」における子ども同士による相互交流が考え

られる。近年、班の一人ひとりが課題の一部を担当し、各人が全員に教え、学び合う、というジクソー学習法が提唱されているが、自分が分担した以外の実験をせず、実験報告を聞くだけで学習内容を統合して理解することは困難であるということの証左ではあるまいか。（柴 2000：6-11）小学校段階における直接経験の意義を再評価する必要があるのではなかろうか。

振り子の学習において、子どもは、周期がおもりの重さや振幅に関係なく、糸の長さに関係することを理解するよう求められる。一方衝突の学習において、子どもは、衝突するおもりの重さやおもりの速さに関係することを理解するよう求められる。おもりの重さは振り子では無関係、衝突では関係するのである。この考えが子どもにおいては混同され、一方の考えが他方の考えに対して負の転移として働くことが指摘されている。（武村・秋山 2000：153）今回の授業研究では、「報告会」での子ども同士の相互交流によって、この誤概念が克服されたのか、ゲームづくりを通して、新しい考えはより強固になったのか確かめることができなかった。

おわりに

抽出見への面接などが不十分であり、単元中での子どもの認知的変容を正確に辿ることができず、今後の課題として残された。

引用参考文献

- 文部省『小学校学習指導要領理科編（試案）』東京：大日本図書、1957。
角屋重樹『改訂小学校学習指導要領の展開・理科編』東京：明治図書、1999。
Brown, J. H., *Assessing hands-on science: a teacher's guide to performance assessment*, Corwin Press, 1996。
BSCS, *Science for Life and Living*, 1992。
AAS, *Primary Investigations*, 1994。
ホワイト著堀哲夫・森本信也訳『子ども達は理科をいかに学習し教師はいかに教えるのか』東京：東洋館出版社、1999。
堀哲夫『問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー—素朴概念をふまえて—』東京：明治図書、1998。
柴一実『社会的構成主義は新しい学びを創り得るか—理科学習の場合—』『学校教育』No.996, 2000。
武村重和・秋山幹雄『理科重要用語300の基礎知識』東京：明治図書、2000。