

## 理科の新しい学習指導法の検討

羽多野 隆 美

(平成19年9月25日受理 最終原稿平成19年12月6日受理)

学校教育の中で子供たちが理科の学習内容に対して興味を示さない、いわゆる理科嫌いが懸念されるようになってから久しい。児童が理科の学習活動に積極的に取り組むと共に理解を深めるようにするためにはどのようにすればよいかについて親と児童が理科の自由研究を行うことを通して試行した。具体的には、2編の理科の自由研究の実験と制作を2名の児童に行わせた。「なべ・かま・やかんの熱効率の研究」は、小学校4学年の学習内容である熱の伝わり方、6学年の燃焼のしくみに基づき種々の調理用容器を使用して水を熱するのに必要とするガス量を測定し、それぞれの容器の熱効率を測定した。「ひとの歩く速さと歩はばの研究」は、小学校3学年の学習内容である生物やひとの体のしくみ、6学年の生物やひとの体のはたらきに基づき、いろいろな年齢層のひとの男女別に歩く速さ、歩はばなどを測定しそれぞれの年齢層の男女の歩き方の特徴を解析した。

これらの実験と研究を実施するに際して、実験、結果の処理や考察などについて自然科学的手法による理科教育的指導を行った。さらに、実験内容は模造紙を用いて研究作品を作成させた。児童らは、自然科学的思考方法や、自然科学的な内容のまとめ方を理解することができた。また、実験を行ったり、ひとつのものを完成させる際にはさまざまなものごとを経験したり、学習したり、日常では経験することのないさまざまな苦労を積み重ね、理科以外の教育的効果も得ることができた。今回の試行は少人数で実施されたが、多人数でも実施できるように工夫をすれば、有効な理科教育の一手法として考えられる。

**キーワード** : 理科教育、科学教育、学校教育、実験、自由研究

### 1. まえがき

学校教育の場で、子供たちが理科の授業やその学習内容に対して興味を示さない、いわゆる理科嫌いが増加してきたと言われるようになってから久しい。これまで、この問題を解決するために学校ではいろいろな対処方法が検討されてきたがいまだ効果的な方法は見出されていない。最近では、この問題について単に小中学校だけではなく、大学や専門的な研究施設などによる真剣な取り組みが、学校現場を離れたところでも行われるようになってきた。具体的には「科学の祭典」などの行事が全国各地の大学やその他の施設で実施されたり、大学から教員や学生が小中学校の現場に出かけ、科学の興味ある話題を提供したり実験をしたりするいわゆる出前授業も活発に実施されている。教育系大学の学生のボランティア活動による啓発活動も活発に実施されているし、最近ではテレビ放送でも科学の知識を刺激するよういろいろな番

組が数多く放映されるにいたっている。

このように科学の興味ある題材が提供され、関係者を中心に理科好きの子供たちを育てようと必死の努力がなされている。筆者も、どのようにすれば、子供たちが、本来楽しいはずである理科の授業に興味を持ち、理科の学習活動を積極的に進めることができるかについて検討を行っているが、新しい問題解決方法として自由研究をさせるという観点から検討を行い、多少の新しい知見を得ることができたので報告する。

## 2. 理科の自由研究の実験・制作とその指導

文部科学省の小学校の理科の学習指導要領(2006)によると、小学校の教育課程において児童が身近な自然の事物の現象を対象として学習活動を行うことによって自然を追求する能力や態度、自然についての認識を形成していく活動をさせるために、理科では、自然に親しみ、見通しをもって実験、観察などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養うことを目標としてあげている。これらの目標を達成するために具体的には、観察、実験、栽培、飼育など、児童の自然の事物、現象への意図的な働きかけを重視し、それらの活動を通して、自然の事物、現象について感じ取ることができるようにする。児童が自ら学び自ら考える力や主体的な学び方を習得していくため、問題を見出し、それを解決し結論を得るまでの一連の活動を体験し、問題解決の能力を獲得するとともに、自然の事物、現象について考えることができるようにする。自然の事物、現象に関する問題解決の活動を通して、事象の性質や規則性を実感することにより、科学的な見方や考え方を構築できるようにする。つまり、小学校の理科では児童が具体的な自然の事物、現象にかかわりながら、事象の性質や規則性について実感することにより、科学的な見方や考え方をづくり、それを持つようにする。以上の観点を踏まえて、これからの理科の学習指導においては、自然の事物、現象について感じ、考え、実感することにより、自然を愛する心情や問題解決の能力、科学的な見方や考え方が育つようにすることが大切であるとしている。このような目標を実現させるために自らが主体的に取り組み、体験学習を進めることは大変有意義なことである。最近では社会の複雑化と学習内容の多様化とともに指導方法も多岐化している。

これらのことに基づいて理科の学習目的を達成させるために理科の自由研究の指導を行うことを通して有効な理科の学習指導ができないかと考えた。ここでは実際に「なべ・かま・やかんの熱効率の研究」、「ひとの歩く速さと歩はばの研究」の2例の理科の自由研究のテーマを設定して、実際に保護者である親と児童に実験、研究をさせて、その学習指導の中で自然科学的な思考能力を身につけさせたり、伸ばしたりする理科教育方法を模索し試行した。実際の実験の遂行やまとめ、文章作成作業はパソコンを有効に活用した。パソコン使用については現在、三重県下の多くの小学校では1、2年生で「お絵かき」ソフトを中心としたパソコンに慣れるための使用が行われ、3、4年生になるとワープロ的な使用やローマ字学習にも使用され、さらにはインターネットによる検索にも使用されている。5、6年生になると文章作成ソフトや



以下に実験、制作された研究作品を示す。これらの研究作品は本論文に掲載するにあたり、そのレイアウト、文言などの一部を変更して収録した。

(1) 自由研究作品指導例 1 .(図 1)

理科の自由研究「なべ・かま・やかんの熱効率の研究」

1 . はじめに

4年生の3学期に理科で水を熱してふっとうさせ、ゆげや水じょうきをつくる実験を班かつどうで行った。同じ時間に熱しはじめても、ふっとうするのにおそい班とはやい班があった。ぼくはふしぎに思った。家で話をしたら「水の量が同じでもアルコールランプとのきょりとかなんかでちがいができるのでは?」と言っていた。さらに、料理を作るときでもおなべの底の形とか色でさができることも話してもらった。ぼくはとてもおもしろいことだと思った。そこでガスレンジを使って、いろいろな種類の容器(ざいしつ、形、色)でお湯をわかし、どんな容器が一番早く、わくかを調べてみたくなった。早くわけば、ガス代も少なくてすみ、安上がりだ。その分、ぼくのおこづかいをふやしてもらえたらうれしい。

2 . 実験方法

いろいろな容器に1リットルの水道水を入れ、ガスレンジにかけ、90 になるまでにどれくらいの時間がかかるか、また、どれくらいのガスを使ったかを調べた。容器はアルマイトのなべ(大) なべ(小)、ラーメンなべ、やかん(丸底) やかん(平底)、ホーローなべ、ステンレスポウル、ガスすいはんき用のいものおかまを使った。なべとやかんは底に習字の時に使うすみで黒くぬったものと、ぬらないもののひかくをおこなった。すいはんきのおかまでは、ガスレンジとガスすいはんきバーナーでひかくもおこなった。ガスの使用量は、そのたびに、ガスのメーターを見てきろくした。温度は湯をしゃもじで十分にかきまぜてから測定した。ガス料金の計算は、ガス屋さんのせいきゅうしょをもとにして計算してだした。火を使い、あぶないのでお母さんに気をつけてもらって実験をすすめた。また、熱い湯ができるので、こぼしてやけどをしないように、特にちゅういをしながら行った。

3 . 実験結果とそれからわかったこと

実験を行った日の室温は29 、水温は24 であった。お湯がにえたってくるとお湯をしゃもじでかきまぜる時、シュワツ、シュワツ、シューとにえたつ音がして、自分が料理をしているようで楽しかったが、風とおしがわるい台所で火を使うので、暑くて汗がタラタラ出て、本当にしんどかった。食事の準備をするお母さんの苦勞が、少しわかり、たい

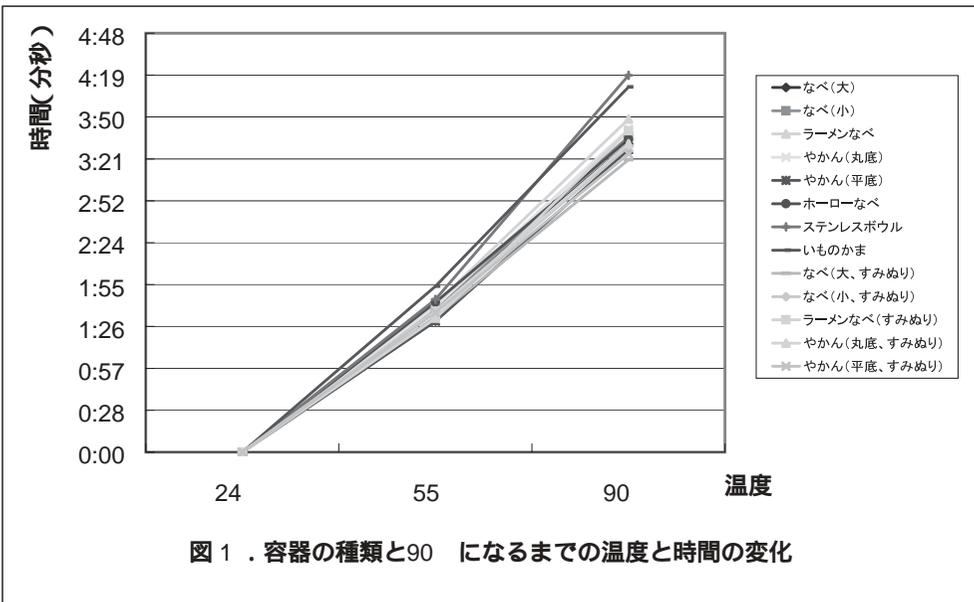
へんだなとおもった。また、ガスメーターは家の外にあるので、メーターをたしかめながら目もりを見ているとたくさんの力がよってきて、手や足、首などそこらまわし食われた。気がくるいそうでかゆかった。容器の種類と加熱に要した時間、ガス量などの実験結果は表1に書いた。

表1. 容器の種類と加熱に要する時間、ガス量など

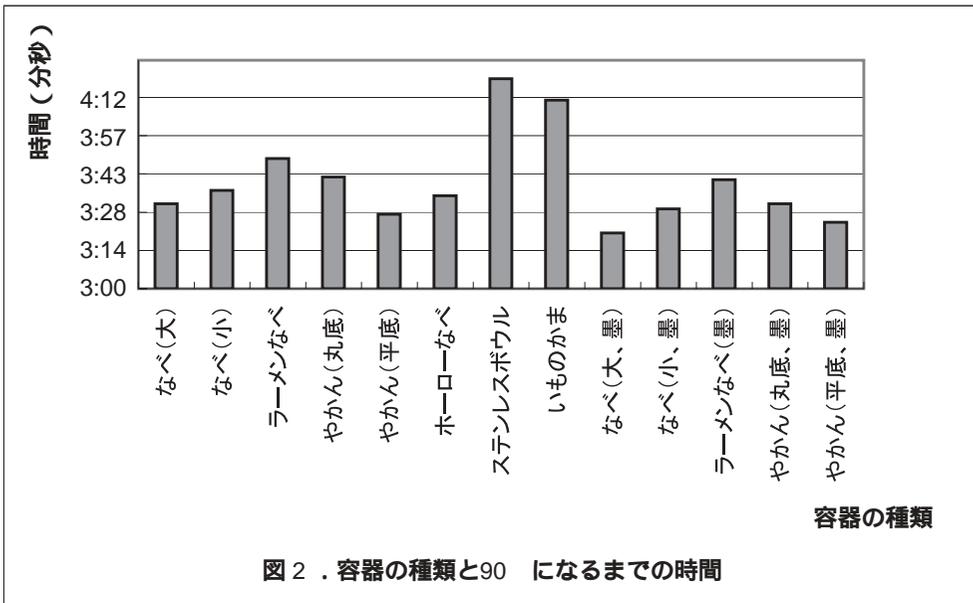
容器の種類	底の直径 (cm)	必要とした 量	24 55	24 90	ガス代 (円)	加熱の 速い順
1 なべ(大)	20.5	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:40 3.7	3:32 8.1	15	5
2 なべ(小)	16.8	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:39 3.9	3:37 8.3	15.36	7
3 ラーメンなべ	12	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:42 3.9	3:49 8.6	15.91	9
4 やかん(丸底)	14	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:40 3.9	3:42 8.5	15.75	8
5 やかん(平底)	19	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:30 3.6	3:28 7.9	14.62	3
6 ホーローなべ	17.6	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:43 3.8	3:35 8.2	15.17	6
7 ステンレスポウル	9	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:45 4	4:19 9.8	18.13	11
8 いものかま	21.5	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:54 4.4	4:11 9.5	17.58	10
9 なべ(大、すみぬり)	20.5	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:33 3.5	3:21 7.6	14.06	1
10 なべ(小、すみぬり)	16.8	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:37 3.6	3:30 8	14.8	4
11 ラーメンなべ(すみぬり)	12	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:32 3.3	3:41 8.3	15.36	7
12 やかん(丸底、すみぬり)	14	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:37 3.9	3:32 8.1	14.99	5
13 やかん(平底、すみぬり)	19	時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:36 3.6	3:25 7.8	14.43	2
14 いものかま	21.5	時間(分:秒) ガス(ℓ)	4:10 3.6	12:40 10.6	19.61	
1 ~ 5 までの平均		時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:38 3.8	3:38 8.28	15.28	
1 ~ 8 までの平均		時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:42 3.9	3:47 8.61	15.9	
1 ~ 13 までの平均		時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:39 3.78	3:40 8.36	15.47	
1 ~ 14 までの平均		時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:50 3.76	4:19 8.52	15.76	
9 ~ 13 までの平均		時間(分:秒) ガス(ℓ)	1:35 3.58	3:30 7.96	14.73	

(1) かかった時間について

それぞれの容器で90 までに熱する時の温度と時間の変化を図1 に書いた。もっとも早いものは、すみをぬったなべ(大)で3分21秒、もっともおそいものは、ステンレスポウルで4分19秒もかかった。平均は3分40秒であった。早いものからの順番は、なべ(大、すみ) やかん(平、すみ) やかん(平) なべ(小、すみ) なべ(大) やかん(丸、すみ) ホーローなべ なべ(小) ラーメンなべ(すみ) やかん(丸) ラーメンなべ いものおかま ステンレスポウルの順番であった。容器の底にすみをぬって黒くしたものは早くわくことがわかった。容器の底を黒くぬった5つのものの平均は3分30秒で、同じもので、すみをぬらなかつた場合の平均は3分38秒であった。約8秒の差があった。やかんはよそう以上に早くわき、せいせきが良かった。これは底がまっ平であることと、底にふちにそって丸いみぞがつけてあるので、熱がにげにくいからだと思う。やはり水をわかすためのせんもんの容器だなあと考えた。やかん(平)は、やかん(丸底)にくらべて良いが、これは、底が平らなために熱がにげにくいからと思った。なべは大きいほうが良く、ラーメンなべはなべの中で最小であった。これは、なべが小さいとなべのまわりから熱がにげるためと思った。ホーローなべは、底が厚いので、わきにくいから思ったが、とくに悪いことはなく、なべ(小)よりも良かった。いもののおかまは、あまりのうりつが良くなかつたが、これは、かま自身をあたためるのに、熱がいるためと思った。ごはんをたく時のように、ゆっくりたく時には、よいが、早く湯をわかす時には、あまりよくないことがわかった。ステンレスポウルは4分19秒もかかり、もっともわきにくかつた。



暑い台所で湯がわくのをまっているのが大変だったが、これはステンレスが熱をはんしゃすることと、底の形が丸いので熱がにげやすいためと思った。ステンレスは湯をわかすのにはふてきとうなものであることがわかった。それぞれの容器で、90℃まで熱するのにかかった時間を図2に書いた。比較のためにおこなったすいはんきのバーナーは、ガスレンジに比べて約4倍の時間がかかった。これは、バーナーの火りょくが弱いためで、90℃まで上げるためのガス量には大きな差がなかった。つまり、すいはんきのバーナーは、火りょくの弱いとろ火であることがわかった。



(2) ガスの消費量と使ったガスのねだんについて

それぞれの容器で、90℃までに熱する時の、温度とガスの使用量の変化を図3に書いた。ガスの使った量は、かかった時間の長さと同じ関係にあった。ガスがもっとも多くいったのはステンレスボウルで9.8リットルであった。もっとも少なかったのは、なべ(大、すみ)で7.6リットルであった。平均では8.36リットルであった。すみをぬった時とぬらなかつた時では、ガスの使った量にもはっきりとした差が見られた。容器の底を黒くぬった5つの容器の平均は7.96リットルで、同じ5つの容器ですみをぬらなかつた場合の平均は8.26リットルであった。0.32リットルの差があった。それぞれの容器で90℃まで熱するのに使ったガスの使用量を図4に書いた。ガスの値段は、お母さんに見せてもらったガス屋さんのせいきゅう書から計算した。1m<sup>3</sup>が1850円である。だから、1リットルは1.85円である。それぞれの容器のかかったガス代は表1の右側に書いた。なべ(大、すみ)とステンレスボウルでは4.07円の差があることがわかった。たとえば、1日にお湯を15リットルわ

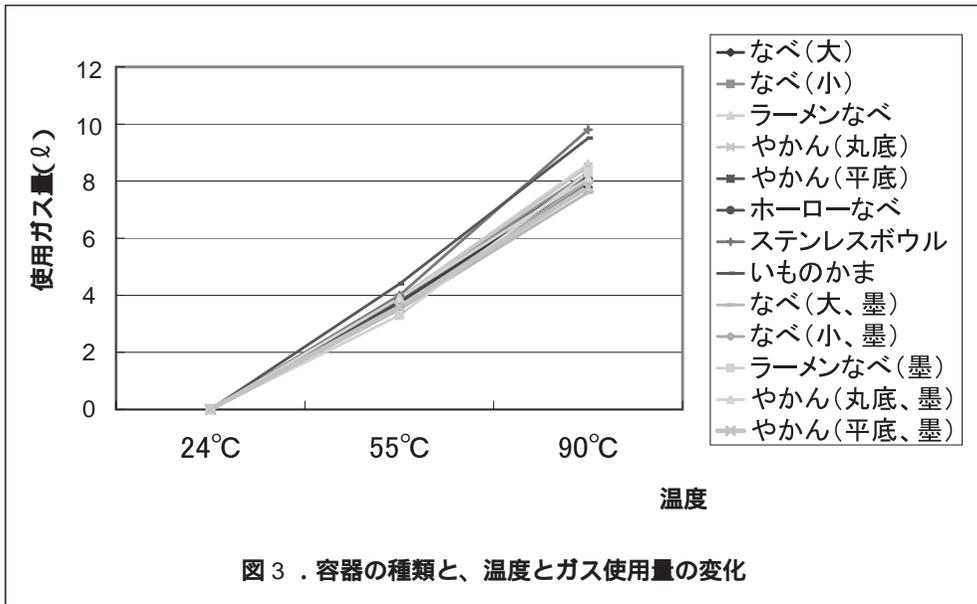


図3. 容器の種類と、温度とガス使用量の変化

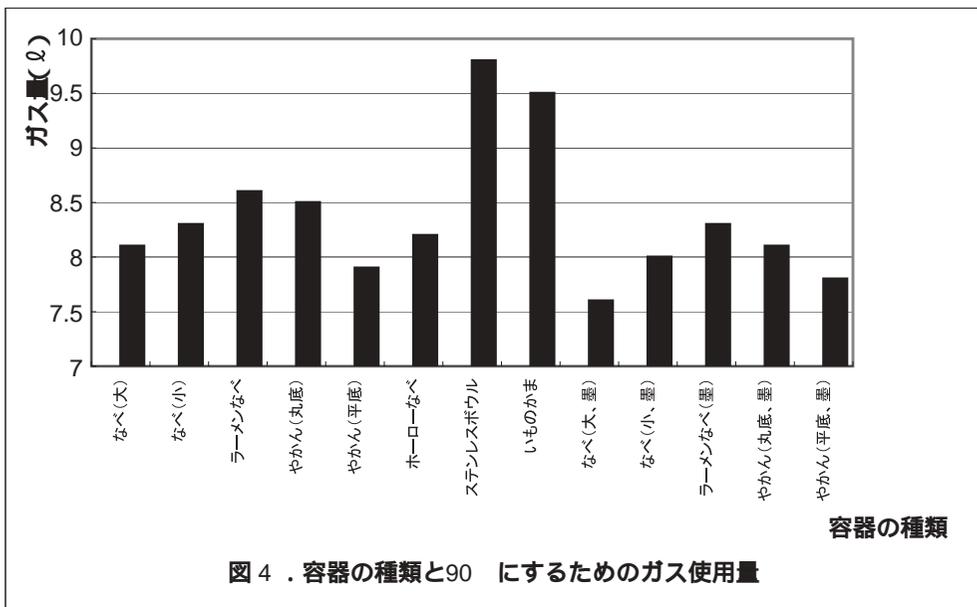


図4. 容器の種類と90℃にするためのガス使用量

かすとすると1ヶ月では4.07円×15リットル×30日 = 1832円の差となり、大変な違いができることがわかった。のうりつの良い容器で料理を作ればガス代がせつやくできることがわかった。

#### 4. まとめ

4年生の時に班活動で、水をふっとうさせてゆげや水じょうきのじっけんをしたが、同

じ時間に熱しはじめても、班によってふっとする時間がちがひ、ふしぎだった。また、お母さんから料理をする時、容器の種類によっても差があることも聞かされた。はやく湯がわかればガス代もせつやくできる。そこで、いろいろな容器を使って、ガスレンジで1リットルのおゆをわかし、どんな容器が、一番早くわかかを調べた。また、容器の底をすみでくろくぬり、ぬらない場合とのひかくもおこなった。その結果はつぎのとおりであった。

- (1) 1リットルのお湯をわかすには、約3～4分かかった。
- (2) 容器の底にすみをぬると早くわかことがわかった。
- (3) やかんはよそう以上に良かった。やはり、水をわかすためのせんもんの容器だと思った。
- (4) なべは大きいほうが良い。小さいと、なべの周囲から熱がにげやすい。
- (5) 厚くて重いホーローなべは、わきにくいと思ったがとくに悪くはなかった。
- (6) ステンレスボウルはとくに悪かった。これはステンレスボウルが熱を反射しやすいことによると思った。
- (7) いもののおかまは、かまをあたためるのに熱がいり、水をわかすのには不適當であることがわかった。
- (8) 1リットルのお湯をわかすのに、ガスは約7～10リットルいることがわかった。
- (9) ガスは1リットルが1.85円なので、1リットルのお湯をわかすのには13～19円かかることがわかった。
- (10) 料理は毎日やることなので、1回あたりのガス代はそんなにちがわなくても、1ヶ月になるとおおきな差が出るということがわかった。できるだけうりつがよい容器をつかうことが必要であることがわかった。能率がよいものと悪いものでは、1日に15リットルの水をわかすとすると、1ヶ月で1832円の差が出るということがわかった。

#### 5. 実験をやったことに思ったこと

水をわかすのにもっともよい容器は、やかんのように底がまっ平で、しかもまわりにそって、丸くみぞが作ってあって熱がにげにくいものがよい。料理をするなべでも、底に丸くみぞをつけたほうが水はわきやすいが、料理の種類によっては底のみぞの部分に料理が入りこみ、料理がしにくいかもしれないとお母さんは言っていた。ごはんをたくすいはんきは、いものでできているが、ご飯はとろ火でゆっくり、たくほうがおいしくたけるためだと思う。これらの容器を、ふだんににげなく使っているが、料理をするためにはそれぞれの目的にあった容器が使われていることがわかった。それから、実験をする時のなべやかんの準備が大変であった。温度をはかる時も、はやくはからないと温度がさがってしまった。

ガスの量をはかるのに家のそとにガスのメーターがついていることもはじめてわかった。メーターの読み方は、ほくもお母さんもわからなかったが、お母さんは勉強して教え

てくれた。実験をするときには順番をうまくしない時は、なんどもやり直しをしなければならなかった。はじめにきちんと予定を立ててやったほうが良いこともわかった。だいたいころは暑く汗でびしょびしょになった。実験のあとでのんだコココーラはとくにうまかった。

## (2) 自由研究作品指導例 2 .( 図 2 )

### 理科の自由研究「ひとの歩く速さと歩はばの研究」

#### 1 . はじめに

お母さんは、よく「最近生活が便利になり、歩くことが少なくなった」と言う。ぼくも車にのせてもらったり、自転車に乗ったりしてあまり歩かない。でも、ぼくもお父さんも山登りが大好きなので、山によく連れて行ってもらう。山登りは車も何もなくて自分の足だけがたよりである。えらいめをして汗をダラダラかいて、山の上ですずしい風にあたることはすばらしいことだ。ぼくは3年生の時に、学校の理科の授業で生き物やひとの体について勉強した。また、歩くことは健康にも良いと思う。そこで、ぼくはあるくことについて調べてみようと思い、今のひとはどれくらいのはやさで、また、どれくらいの歩はばであるくのかを調べた。

#### 2 . 実験方法

決められたきよりを歩くのに、かかった時間と歩数を調べた。場所は、ひとがよく通る白子駅前近くの歩道で行った。電柱からかんばんのはしまでの長さを歩くのにかかった時間と何歩で歩いたかを調べた。電柱からかんばんのはしまでのきよりはメジャーではかったら34.2mであった。あらかじめ調べたところ、男と女、年齢によってちがうようだったので、本実験ではまず男と女に分け、これを子供、若者、大人、老人に分けてはかった。分けるきじゅんは次のようにした。

子供：小学生くらいまでのひと

若者：中、高、大学生くらいか、30才くらいまでの元気グループのひと

大人：60才くらいまでのおじさん、おばさんのグループのひと

老人：それ以上のおじいさん、おばあさんのグループのひと

また、朝、昼、夕方ではちがうかもしれないと思い、午前10時ころ、午後2時ころ、午後5時ころの3回調べた。ひとによって差があるので、それぞれ5人ずつ調べて平均をとった。一人で歩いているひとははかり、特に急いでいるひと、二人以上で歩いているひと、大きい荷物を持ったひと、新聞を見ながら歩くひとなどは除いた。

### 3. 実験結果とそれからわかったこと

実際に調べだしてみると、なかなかひとが来なかったり、いっぺんにどっと歩いてきたり、たちどまったり、急に走り出したり、とちゅうで店の中に入っていったりして、なかなか思うようにはいかなかった。だから、朝、昼、夕方のそれぞれ2時間以上もかかり、暑い日ざしの中、汗だくで頭がボーとしてきた。つかれて夜は好きなテレビも見ず、風呂に入ってボタンキューであった。男性が34.2mを歩くのにかかった歩数と時間を表1に書いた。女性の場合を表2に書いた。子供は親や友達といっしょにあるいるのが多く、ひとりだけだとケンケンをしたり、立ち止まったりしてまともにあるいるのがいなくて調べられなかった。表3は、わかりやすくするために、調べた結果から、男性の歩はば(cm)、歩く時速(km)と100m間の歩数を出したものである。表4は女性のものである。これらのうち、男女別の時速、歩はば、100m間の歩数の最大と最小を取り出してまとめると表5のようになる。これをわかりやすくするために、時速の最大と最小(図1)、歩はばの最大と最小(図2)、100m間の歩数の最大と最小(図3)をグラフに書いた。このグラフでは、男は女よりも時速は速く、歩はばも広く、歩数では男が少なくおおまで歩くことがよくわかった。どの場合も最大と最小とは約2倍の差があることがわかった。図4、図5は、それぞれ5人平均の男性と女性の時速を示したものである。男は、女よりも速く歩くことがわかった。最大は男の若者で5.1km、最小は女の老人で3.75kmであった。老人は、夕方は急いで歩くことがわかった。若者は夕方がおそく、時間をあまり気にして

表1. 男性が34.2mを歩くのにかかった歩数と時間

男性		朝		昼		夕方		朝・昼・夕方の平均	
		歩数	時間(秒)	歩数	時間(秒)	歩数	時間(秒)	歩数	時間(秒)
子供	測定できなかった								
若者	1	46	23.9	42	19.6	45	24.2	44.3	22.6
	2	43	21.6	41	21.8	44	23.9	42.7	22.4
	3	39	18.6	40	20.8	46	22.6	41.7	20.7
	4	42	21.4	39	19.7	43	22.5	41.3	21.2
	5	44	21.4	42	22.6	47	23.5	44.3	22.5
	平均	42.8	21.4	40.8	20.9	45	23.3	42.9	21.9
大人	1	46	24	41	23.2	45	21.5	44	22.9
	2	54	29	54	31.3	48	24.3	52	28.2
	3	47	24.5	54	29.8	46	24.7	49	26.3
	4	56	30.8	50	27.3	45	20.9	50.3	26.3
	5	49	26.8	60	32.1	50	28.8	53	29.2
	平均	50.4	27	51.8	28.7	46.8	24	49.7	26.6
老人	1	56	36.6	56	30.3	49	29	53.7	32
	2	44	25.2	58	34.9	50	29.3	50.7	29.8
	3	55	32.6	56	34.7	54	30.5	55	32.6
	4	46	25.1	54	30.1	52	30.2	50.7	28.5
	5	48	28.8	52	28.3	48	23.6	49.3	26.9
	平均	49.8	29.7	55.2	31.7	50.6	28.5	51.9	30
男性全平均	47.7	26	49.3	27.1	47.5	25.3	48.2	26.1	

表 2 . 女性が34.2mを歩くのにかかった歩数と時間

女性		朝		昼		夕方		朝・昼・夕方の平均	
		歩数	時間(秒)	歩数	時間(秒)	歩数	時間(秒)	歩数	時間(秒)
子供	測定できなかった								
若者	1	49	25	47	23.1	52	24.1	49.3	24.1
	2	50	29	43	23.9	48	24.5	47	25.8
	3	45	24	52	24.5	56	30.8	51	26.4
	4	45	25	50	25.1	44	23.7	46.3	24.6
	5	41	19.8	49	24.7	52	24.1	47.3	22.9
	平均	46	24.6	48.2	24.3	50.4	25.4	48.2	24.8
大人	1	54	26	52	25.7	59	32.1	55	27.9
	2	46	22	49	23.9	59	32.2	51.3	26
	3	56	25	52	24.1	51	23.1	53	24.1
	4	53	29.2	51	26.1	63	31.1	55.7	28.8
	5	56	27.2	59	29.6	51	26	55.3	27.6
	平均	53	25.9	52.6	25.9	56.6	28.9	54.1	26.9
老人	1	71	35	59	32.5	48	22.1	59.3	29.9
	2	57	29.4	58	27.9	51	28.7	55.3	28.7
	3	60	34	62	28.5	50	22.8	57.3	28.4
	4	61	29.5	63	33.9	59	28.3	61	30.6
	5	57	37.5	67	33.8	63	35	62.3	35.4
	平均	61.2	33.1	61.8	33.3	54.2	27.4	59.1	30.6
女性全平均		53.4	27.9	54.2	27.2	53.7	27.2	53.8	27.4

表 3 . 男性の歩はば、時速、100m間の歩数

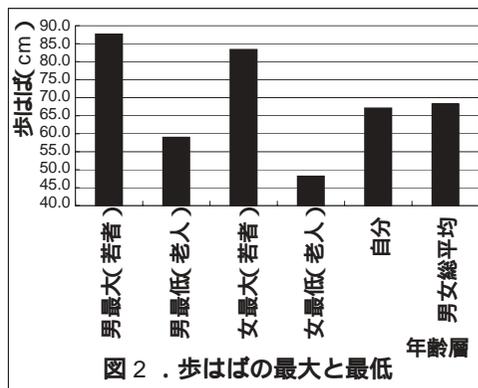
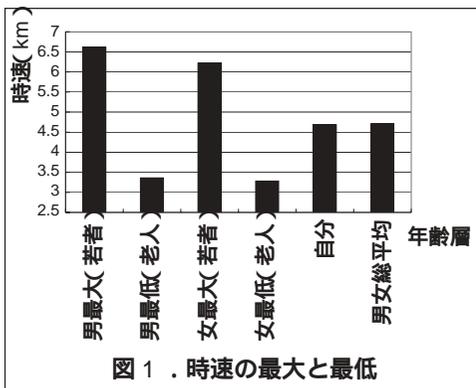
男性		朝		昼		夕方		朝・昼・夕方の平均		100m間の歩数
		歩はば(cm)	時速(km)	歩はば(cm)	時速(km)	歩はば(cm)	時速(km)	歩はば(cm)	時速(km)	
子供	測定できなかった									
若者	1	74.3	5.15	81.4	6.28	76	5.09	77.2	5.51	131.7
	2	79.5	5.7	83.4	5.65	77.7	5.15	80.2	5.5	124.7
	3	87.7	6.62	85.5	5.92	74.3	5.45	82.6	6	121.1
	4	81.4	5.75	87.7	6.25	79.5	5.47	82.9	5.82	120.6
	5	77.7	5.75	81.4	5.45	72.8	5.24	77.3	5.48	129.4
	平均	80.1	5.79	83.9	5.91	76.1	5.28	80	5.66	125
大人	1	74.3	5.13	83.4	5.31	76	5.73	77.9	5.39	128.4
	2	63.3	4.25	63.3	3.94	71.3	5.07	66	4.42	151.5
	3	72.8	5.03	63.3	4.13	74.3	4.98	70.1	4.71	142.7
	4	61.1	4	68.4	4.51	76	5.89	68.5	4.8	146
	5	69.8	4.59	57	3.84	68.4	4.28	65.1	4.24	153.6
	平均	68.3	4.6	67.1	4.36	73.2	5.19	69.5	4.72	143.9
老人	1	61.7	3.36	61.1	4.06	69.8	4.25	64	3.89	156.3
	2	77.7	4.89	59	3.53	68.4	4.2	68.4	4.21	146.2
	3	62.2	3.78	61.1	3.55	63.3	4.04	62.2	3.79	160.8
	4	74.3	4.91	63.3	4.09	65.8	4.08	67.8	4.36	147.5
	5	71.3	4.28	65.8	4.35	71.3	5.22	69.5	4.62	143.9
	平均	69.3	4.24	62.1	3.92	67.7	4.36	66.4	4.17	150.6
男性全平均		72.6	4.88	71	4.73	72.3	4.94	72	4.82	138.9

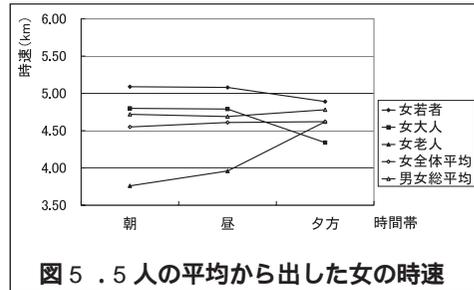
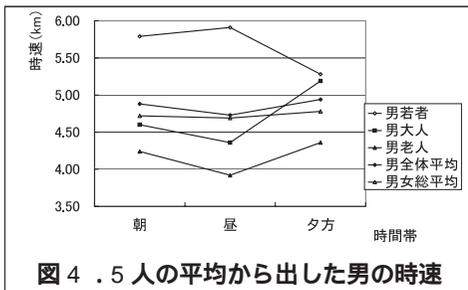
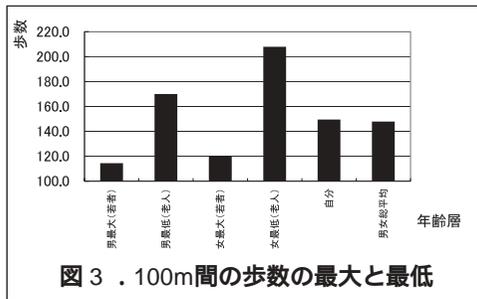
表4 . 女性の歩はば、時速、100m間の歩数

		朝		昼		夕方		朝・昼・夕方の平均		100m間の歩数
		歩はば (cm)	時速 (km)	歩はば (cm)	時速 (km)	歩はば (cm)	時速 (km)	歩はば (cm)	時速 (km)	
女性	測定できなかった									
若者	1	69.8	4.9	72.8	5.3	65.8	5.1	69.5	5.1	143.9
	2	68.4	4.3	79.5	5.2	71.3	5.0	73.1	4.8	136.8
	3	76.0	5.1	65.8	5.0	61.1	4.0	67.7	4.7	147.7
	4	76.0	4.9	68.4	4.9	77.7	5.2	74.0	5.0	135.1
	5	83.4	6.2	69.8	5.0	65.8	5.1	73.0	5.4	137.0
	平均	74.7	5.1	71.1	5.1	68.3	4.9	71.4	5.0	140.0
大人	1	63.3	4.7	65.8	4.8	58.0	3.8	62.4	4.5	160.3
	2	74.3	5.6	69.8	5.2	58.0	3.8	67.4	4.9	148.4
	3	61.1	4.9	65.8	5.1	67.1	5.3	64.7	5.1	154.6
	4	64.5	4.2	67.1	4.7	54.3	4.0	62.0	4.3	161.3
	5	61.1	4.5	58.0	4.2	67.1	4.7	62.1	4.5	161.0
	平均	64.9	4.8	65.3	4.8	60.9	4.3	63.7	4.6	157.0
老人	1	48.2	3.5	58.0	3.8	71.3	5.6	59.2	4.3	169.0
	2	60.0	4.2	59.0	4.4	67.1	4.3	62.0	4.3	161.3
	3	57.0	3.6	55.2	4.3	68.4	5.4	60.2	4.5	166.1
	4	56.1	4.2	54.3	3.6	58.0	4.4	56.1	4.1	178.3
	5	60.0	3.3	51.0	3.6	54.3	3.5	55.1	3.5	181.5
	平均	56.3	3.8	55.5	4.0	63.8	4.6	58.5	4.1	171.0
女性全平均	65.3	4.6	64.0	4.6	64.3	4.6	64.5	4.6	156.0	
男女総平均	69.0	4.7	67.5	4.7	68.3	4.8	68.3	4.7	147.4	

表5 . 男女別の時速、歩はば、100m間の歩数の最高と最低

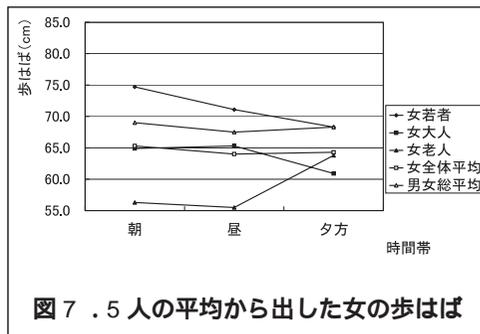
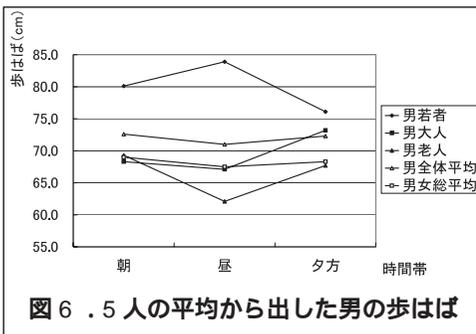
	男		女		男女の平均
最大時速 (km)	若者	6.62	若者	6.22	6.42
最大歩はば (cm)	若者	87.70	若者	83.40	85.55
100m間の最低歩数	若者	114.00	若者	119.90	116.95
最低時速 (km)	老人	3.36	老人	3.28	3.32
最低歩はば (cm)	老人	59.00	老人	48.20	53.60
100m間の最高歩数	老人	169.50	老人	207.50	188.50

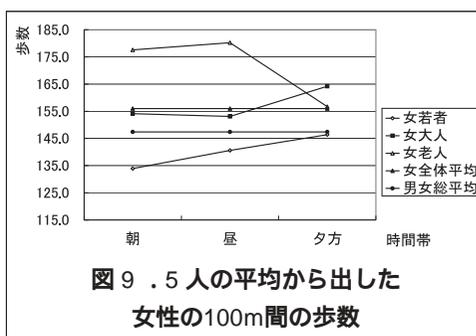
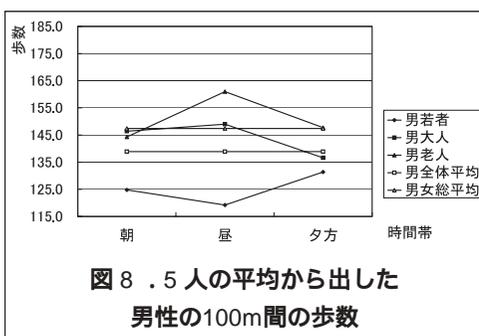




いないようだ。図6、図7はそれぞれ5人平均の男性と女性の歩はばを示したものである。男は女よりも歩はばが広いことがわかる。最大は男の若者で83.9cm、最小は女の老人の55.5cmで1.5倍の差があった。男も女も老人は夕方になると歩はばが広がるが若者はかえってせまくなっている。図8、図9はそれぞれ5人平均の男性と女性の100m間の歩数を示したものである。全体では、女の歩数が多く、男よりも小またで歩いていることがわかる。最小は男の若者で119.2歩、最大は女の老人で180.2歩であった。男女ともに老人は夕方に歩数がへっているが時速がふえることから、朝、昼よりもおおまたで急いで歩くことがわかる。

以上のことを全体的にまとめるとつぎのようになった。男女全体の平均時速は4.71km、平均歩はばは68.3cmであった。本にはひとの歩く時速は約4kmと書いてあったがそれよりも少し速かった。もっとも速いひとは男の若者で6.62km、もっともおそいひとは女の老





人で3.28kmであった。もっとも広い歩はばは、男の若者で87.7cm、もっともせまい歩はばは女の老人で48.2cmであった。速いひととおそい人は時速、歩はばの両方とも、約2倍のひらきがあった。100m歩くのに、女の老人は171歩、男の若者は125歩で46歩の差があった。大人はふつうの歩き方をすると、若者は歩はばも広く速くさっそうと歩き、年をとると歩はば、時速ともにおそくなっていくことがわかった。また、男の老人はゆっくり型、女の老人は歩はばがせまく歩数が多いちょこちょこ歩くこぼしり型であることがわかった。男女とも老人は夕方になると歩はば、時速の両方とも増え、急いで歩き出すこともわかった。

このほかに数字では書けない次のこともわかった。5人ずつ調べたが、朝は女の若者 女の大人 男の若者 女の老人 男の大人 男の老人の順番で調査が終わった。昼の調査は女の老人 女の若者 女の大人 男の若者 男の大人 男の老人の順、夕方の調査では女の若者 男の大人 男の若者 男の老人 女の大人 女の老人の順であった。朝と昼は男の老人が特に少なく、調べるのにたくさん待たなければならなかった。男の老人は、暑い日中は家の中でのんびりしているのかなと思った。反対に、女の老人は夕方になると特に少なくなり困った。朝、昼のうちに買い物に出て、夕方は家の中で夕飯のしたくにいそがしいのかなと思った。

#### 4 . まとめ

生活がべんりになり、歩くことが少なくなってきたが、歩くことを考えるためにひとはどれくらいの速さと歩はばで歩くかを調べてみた。男女別に、子供、若者、大人、老人に分けて決められたきより(34.2m)を歩く速さ、歩はばと100m間の歩数を調べた。この実験の結果次のことがわかった。

- (1) 歩く時速は最大が男の若者で6.62km、最小は女の老人で3.28kmであった。平均では男が4.82km、女は4.11kmであった。どちらも約2倍の差があることがわかった。
- (2) 歩はばは最大が男の若者で87.7cm、最小は女の老人で48.2cmであった。平均では男が72.0cm、女は58.5cmで男は女よりも広いことがわかった。
- (3) 100mを歩くための最小歩数は男の若者が114歩、最大は女の老人で207.5歩であった。

- 平均では男が139.8歩、女が156.0歩で男の方が女よりもおおまかで歩くことがわかった。
- (4) 老人は夕方になると急いで歩くことがわかった。女の老人が特にいそがしく歩いた。若者は男女ともにおそくなっている。夕方になったからといってバタバタしないようだ。
- (5) 大人をふつうの歩き方とすると、若者は時速も速く、歩はばも広くさっそうと歩いている。男の老人はのんびり型、女の老人はこまかで、急ぎ足でちょこちょこあるくこばしり型であることがわかった。
- (6) 子供は一人で歩くときは立ち止まったり、走ったり一定で歩くことが少ない。だから、今回は調べられなかった。
- (7) 朝、昼は男の老人はあまり出歩かない。暑い日中の中は家で涼しくのんびりしているのだろう。反対に夕方は女の老人はあまり出歩かないこともわかった。夕方は夕飯の準備で、台所で活躍をしているのだろう。

### 3. 考察

理科教育は自然科学的事象の結果を教えることではなく、その現象がどのような道筋を経て発現しているかという自然科学上の論理的思考過程の解明が重要である。そのためには筋道だてられた段階的な思考過程が必要である。この自然科学的な問題の解決方法としては、まず最初に疑問を解決するために仮説または仮定の設定を行う。その後、実験観察を通してこの仮定の検討、検証を行い、結論づけを行うのが一般的である。小林(2007)は、理科学習における仮説と予想を重視して、子供に主体的に考えさせて、子ども自身が自ら学び、自ら考える力の育成を目指す探求的な学習を提案している。今回の自由研究の実験指導でもこの点を重視して、どのように仮定を設定し、その仮定をどのような方法で検証すればよいのか、また、実験結果をどのように理解し、考察を進めればよいのかを中心に指導と助言を行った。

自然科学的事象の問題解決をする上でもうひとつ大切なことは最終的に事象を客観化するということが重要である。そのために、実験結果を考察して結論づける際にただ単に結論を導くだけでなく、事象を客観化して、その内容を一般化、法則化することに重点をおいて指導を行った。これらの実験内容を要領よくしかも筋道だてて、まとめるためには、そのまとめ方も大変重要である。一般的なまとめかたは、はじめに実験の対象となる問題や動機を明らかにして、つぎにその問題点を解明するための実験方法を具体的に説明し、それに基づく実験結果を明らかにする。実験結果を客観的に分析して、その中に存在する未知の事実の解明を行い結論づける。このような思考過程はどの段階においても大変重要であるので、実験中、または、実験をまとめる上で常にこの思考過程を踏まえるように十分な指導を行うように心がけた。このように一貫した論理的な思考を中心とする指導を行った結果、制作された研究作品を見るかぎりにおいては、児童には自然科学教育で特に求められる筋道だてられた思考能力が多少とも身についたものと考えられる。

文部科学省の理科の学習指導要領では小学校の理科教育で特に大切なこととして、実験を通

して問題解決能力を育成すること、科学的な見方や考え方ができるようにすること、生物を愛する態度や生命を尊重する態度を身に付けさせるなどをあげている。これらを実現させるためには見通しを持って観察、実験を行わせる必要があり、具体的には予想や仮説をたてたり実験の構想を描かせることが必要である。児童がたてた予想や仮説や構想が実験結果と一致することが必要であり、一致しない時は予想や仮説を振り返り再検討が必要となる。今回実施した一連の作業過程では、児童はこの双方を絶えず見直しながらか見通しを正しく導き、作業を行うことができた。このような作業の過程は自分の身近で生ずるいろいろな問題を解決する場合も同様であり、理科で獲得した思考過程と能力は生活の上での問題解決能力の習得にもつながる。中田(2007)は、内容の理解を助けるためには事象をイラストによるイメージ化やグラフを取り入れて科学的事象の理解度を増加させる指導事例をあげて、実験内容をグラフ化させたりすることが効果的であることを述べている。今回の指導でも実験結果をグラフ化し、そのグラフの真意を読み取らせるような方法を多用したが、その結果、今回の試行でも単に理科的内容の理解のみにとどまらず総合的に理解力を体得させることができた。

今回の自由研究の実験と研究作品の制作にあたっては特に保護者である母親の協力を依頼して実施した。実験観察とそのまとめが正しく、しかも円滑に実施されるために母親にはあらかじめ科学的な事象が獲得される筋道、基礎的な科学的思考過程、実験の実施の手順などについて簡単な説明を行った。最近の学校現場における教員はきわめて多忙であり今回のような実験、観察を一人ひとりについて個別的に丁寧に指導することは事実上不可能である。2004年に地方教育行政法が改正され、最近では、保護者や地域住民が委員として学校運営に参加する「学校運営協議会」の要望を反映させた「地域に開かれた学校づくり」が進められている。これはもともと保護者らの声を学校運営に反映させることを主眼としているが、保護者の教育に関する関心が深まっている昨今でもあり、保護者の協力を得ることは大変有意義であると考えられる。このようなことから今回の一連の指導では保護者の協力のもとに実施した。このことは親子の交流をはかるといふ観点においても有効であったと考えられる。

今回の学習指導では、自然科学的思考をする上の多くの利点があげられたが、次にあげる点も有用で見逃すことはできない。ふつう、実験を行う際には、実験はその準備から後片付けまで一体化したものである。現在、小学校などで実施されている理科の実験を見るとその単元に配当されている授業時間数のこともあって、児童が行う実験にしても、教師が行う演示実験にしても核心的内容の部分のみで終わることが多い。ふつう実験のための準備や後片付けは授業時間外に教師が黙々とやらなければならない。このために児童や生徒は、実験とは核心的な一部分のみであると理解し、実験全体を認識することは少ない。今回の実験指導では準備から後片付けまでのすべてを児童自身にやらせたので実験の準備や後始末の苦勞、大変さも十分に実感し、認識できたものと思われる。

この他にも熱効率の研究ではなべ、やかん、温度計などのいろいろな実験器具、器材の準備がとても大変であったこと、温度を測定する時もタイミングよくしないと時間が過ぎたり、温度が下がったり、上がりすぎたりして失敗したこと、実験の段取りを十分に考えてその順序を

うまくしないと実験が円滑にはかどらないことなど、実験を進める上で当然行わなければならない、いろいろなものごとを知り、学校の授業中に行う実験は自分たちが行わないで、先生まかせの部分が多くあることを理解させることができた。

また、使用ガスを測定する際にもガスは体積で測定すること、ガスメーターは屋外に設置されていること、ガスメーターの読み方もわからなかったことなど、今まで知らなかったたくさんの新しいことを経験し、さらに新しい知識も獲得することができた。ガスメーターを測定する際には多くの蚊にさされて、どうにもならないかゆさを経験するなど、二次的な苦労ではあるものの、ひとつの実験を行おうとする場合、実にいろいろな経験と苦労をしなければならなかったことがわかった。風通しの悪い台所では汗だくになり、作業を進めなければならなかったりして、日頃のお母さんの食事を作る際の苦労も経験して、理科の実験学習を通して理科以外の多くの貴重な経験をすることもできた。このようなことが本当の教育というものではないかと考える。

ひとの歩き方の研究では、予想したようにひとが歩いて来なかったり、測定中に別のところに行ってしまうと測定できなかったりして、実験はなかなか自分が思うようにはいかないことをたくさん経験した。ストップウォッチのボタンの押し忘れによる計時の失敗など今回の実験の問題点をあげればきりが無い。ひとつの実験を成し遂げるためには実にいろいろと準備を周到に行わなければならないことを肌で感じ、多くの苦労を経験した。しかし、失敗による損失よりも、失敗したことによって得られた経験のほうが貴重で、得られる教育的効果も格段に大きいものと考えられる。

学習活動でも日常生活でも、何を行うにしても準備を良くし、秩序立てて行わないとうまくいかないことを経験的に学習したことは学校で勉強することとともに貴重な経験である。日頃の自分の生活は特に問題もなく円滑に行われているが、その背景にはお母さんやお父さんのなみなみならぬ苦労があることを身をもって経験したことは万言にもまさる貴重な経験であったと思われる。

今回の試行は少人数で行われたが、実施方法を検討して多人数でも行えるようにすれば、理科教育方法として有効な手段のひとつとして考えることができる。猿田(2007)は、最近の児童、生徒の理科における考える能力、意見や考えを表現する能力、読解力が低下していることについてOECDのPISA(Programme for International Student Assessment: 生徒の学習到達度調査)の結果に基づき言及しているが、理科の自由研究の作品を作成する中でもこれらの能力の向上や育成を図ることもできる。いずれにしても自然科学の法則性や因果関係を正しくとらえるようにするには幼児期から継続的に行うこともその有効手段のひとつである。福本ら(2007)は、その必要性を論じる中で大きくなってから単に知識のみを身につけるのではなく、幼児期からの遊びの中で必要なものの道理や関係に気づき、学びを深める姿に目を向けることがその子供の将来の能力の育成につながると述べている。

#### 4. まとめ

本研究では理科離れ、理科嫌いの児童を少しでも少なくし、児童に理科の学習内容に目を向けさせたり、意欲的に取り組ませたり、興味を持たせるためにはどのようにすれば効果的にしかも能率よく出来るかということと、児童が理科の学習方法を理解したり、理科的なものの考え方ができるようにするためにはどのようにすればよいかということを中心に親と子供の理科の自由研究の実験と研究作品の制作という観点から試行した。

この結果、その指導と助言にはかなりの時間とエネルギーを必要としたが以下のような良好な結果を得ることが出来た。理科学習で大切なことの一つに実験、観察を通して筋道だてられたものの考え方が出来るようにすることがあげられる。今回の一連の作業過程の中で、児童は疑問や仮説の提起、その検証のための実験と観察を注意深く行うことができ、その実験結果をもとに結論に導くとともに事象の一般化をすることが出来た。もちろん、それぞれの場面では十分な指導と助言が必要でほとんどつきっきりの指導を行う必要があった。この点は多人数教育の場合には限界があり再考を要する課題である。しかし、数人規模の場合においては十分に指導が可能であり、児童に理科学的な思考過程や結果を一般化させることを理解させるために大変良い方法であることがわかった。

また、実験の遂行、実験結果のまとめ方など本人が自ら工夫を行った部分もかなり多く存在した。結論のまとめ方や一般化についてはかなりの具体的な指導を要したが模造紙を用いてフェルトペンで書いたり、色画用紙でグラフを作成したりする研究作品を制作する段階では児童自らが実に積極的に作業を行った。これらの作業の中で、科学的な疑問を解明するためには何をどのようにすればよいか十分に理解されたものと思われる。また、二義的な成果として実験観察の準備の煩雑さ、実験観察の難しさなどを通して親の日常的な苦勞が理解できたこともあげることが出来る。児童たちは日ごろ十分に物事を考えることなしに生活しているがその裏には親の周到でしかも暖かいお膳立てや準備があることも理解できた。

今回の理科の自由研究の実験と研究作品の制作を通して児童は理科学的事象の筋道だてられた自然科学としての基本的な考え方を理解すると共に生活上の基本的な考え方を理解することが出来た。これは将来、物事に対して筋道だてられた考え方ができるようになるとともに貴重な経験として生きるものと考えられる。

#### 引用文献

- 小林和雄 2007. 自ら学び、自ら考える力の育成を目指す探求的な学習、理科の教育56巻、657号、p32-34.
- 猿田祐嗣 2007. 理科における読み書き能力の現状、理科の教育56巻、654号、p8-11.
- 津幡道夫 1997. 新しい理科授業の創造、pp231、東洋館出版社.
- 中田晋介 2007. 読解力向上のための学習方略、理科の教育56巻、654号、p29-31.
- 日置光久 2004a. 理科授業3・4年、pp. 165、東洋館出版社.
- 日置光久 2004b. 理科授業5・6年、pp. 221、東洋館出版社.

羽多野 隆 美

- 福元真由美 2007 . 法則性や因果関係をとらえる、環境、萌文書林、p.91-94.  
文部科学省 2006 . 小学校学習指導要領解説理科編、東洋館出版社、pp.122.