

# 「理数大好きモデル地域事業」の教育効果に関する研究 —防府市立大道小学校の授業実践について—

古屋 圭宣\*・古屋 博志\*\*・佐伯 英人

A Study on the Educational Effect of  
"Regional Model Project for Fostering Children's Fundamental Science Literacy"

FURUYA Yoshichika\*, FURUYA Hiroshi\*\*, SAIKI Hideto

(Received August 5, 2008)

キーワード：教育効果、性、理科に対する意識、外部講師に対する意識

## はじめに

独立行政法人科学技術振興機構(Japan Science and Technology Agency ; J S T) は、「理数大好きモデル地域事業」として2005年度に15地域を採択し、2006年度に5地域を採択した。この「理数大好きモデル地域事業」の支援期間は原則、3年間とされている。山口県の山口市・防府市は、2006年度に採択されたモデル地域の一つであり、研究主題を「理数好きな児童生徒を育てる地域ネットワークの構築」としている。この山口市・防府市の「理数大好きモデル地域事業」を以下、本事業と称する。

本事業の推進校(理数大好きスクール)は小・中学校10校である。防府市立大道小学校(以下、大道小と称する)はその中の1校であり、学校を挙げて理数教育の授業改善に取り組んでいる。大道小としては、博物館、科学館、大学、企業等から外部講師を招聘し、教員と外部講師がティームティーチング(TT)を組み、授業を実践することで、意欲化を図り、理解を深めようとしている。

## 1. 問題の所在と研究の目的

本事業において数多くの実践がなされ、その内容については山口県モデル地域実行委員会(2007)や山口県モデル地域(2008)で活動記録として報告されている。各実践の評価については児童・生徒の感想文、教師の見取り(行動観察)などを基に実施されており、主として質的な評価がなされてきた。これまで、本事業の量的な評価については十分に研究されてこなかったため、筆者らは質問紙法を使い、統計学を用いて分析した。得られた成果の一部(教育効果の有無)については、すでに平成19年度文部科学省「専門職大学院等教育推進プログラム」報告書にまとめた(山口大学教育学部, 2008)。

\*山口大学大学院教育学研究科

\*\*防府市立大道小学校

本研究では、性の違い、理科に対する意識の違い、外部講師に対する意識の違いを視点とし、より詳細な知見を得ることを目的とした。

## 2. 研究の対象と実践のようす

### 2-1 研究の対象

大道小の実践を研究の対象とした。教科は理科、学年は第4学年、単元名は「水のすがたとゆくえ」である。なお、大道小の第4学年の児童数は44名（2学級）である。研究の対象とした期間は、単元の始めから終わりまで（実践時期：2007年12月～2008年1月、時間数：14時間）とした。

### 2-2 実践のようす

単元のねらいは「水が水蒸気や氷になる様子を観察し、温度と水の変化との関係などを調べ、水の状態変化についての考えをもつようにする。」である（文部省，1999）。

図1は単元の展開である。実践は筆者の一人である古屋博志が行なった。本単元の第1次第3時において外部講師の招聘を行い、TTを組み、実践した。外部講師には防府市青少年科学館ソラールより松本浩学芸員を招聘した。

時	学 習 活 動	時 数
第 一 次	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 水を熱し続けたときのようすについて調べる。</li> <li>・ 水を加熱したときのようすを観察し、学習問題をつくる。</li> <li>・ 水を加熱する実験を通して、水の状態や温度の変化、出てくる湯気や泡などについて調べる。</li> <li>・ 水を加熱したときの変化について理解する。</li> </ul>	5
第 二 次	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 水が自然に減っていく現象について調べる。</li> <li>・ 水が自然に減っていくようすを観察し、学習問題をつくる。</li> <li>・ 減少した水の行方を予想し、水の行方を調べる実験方法を考える。</li> <li>・ 水の行方を調べる実験を通して、水は沸騰しなくても空気中に出ていくことについて理解する。</li> <li>○ 冷たいペットボトルのまわりに水滴が付く現象について調べる。</li> <li>・ ペットボトルのまわりに水滴が付くようすを観察し、学習問題をつくる。</li> <li>・ ペットボトルのまわりに付いた水滴がどこからきたものかを予想し、話し合う。</li> <li>・ 結露といった自然現象は、空気中の水蒸気が冷やされて起こる現象であることを理解する。</li> </ul>	5
第 三 次	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 水を冷やし続けたときのようすについて調べる。</li> <li>・ 水を冷やし続けるとどうなるのかを予想し、学習問題をつくる。</li> <li>・ 水を冷却する実験を通して、水の状態や温度の変化などについて調べる。</li> <li>・ 水を冷却したときの変化について理解する。</li> <li>○ 水のすがたの変化についてまとめる。</li> <li>・ 水は温度によって水、氷、水蒸気に姿を変えることを理解する。</li> <li>・ 自然の中で水は、霧、雲、雨や雪、水蒸気などに姿を変え、めぐりめぐっていることを理解する。</li> </ul>	4

図1 単元の展開

### 3. 質問紙の作成と調査の方法

#### 3-1 質問紙の作成

教育効果を測定する目的で質問項目を自作し、単元開始前時（以下、実践前と称する）と単元終了時（以下、実践後と称する）の質問紙において、それぞれ問1とした（表1）。なお、質問項目は大道小の実践のねらいに沿って作成した。

また、理科に対する意識と外部講師に対する意識を測定する目的で質問項目を自作した。理科に対する意識については、実践前の質問紙の問2とした（表3）。外部講師に対する意識については、実践後の質問紙の問2とした（表4）。

各問いでは「今、あなたが思っていることや感じていることを教えてください。それぞれの項目について、あてはまると思う番号に一つずつ○をつけてください。」という教示を行い、5件法で回答を求めた。理科に対する意識については「理科に対して、」を付け加えて教示した。5件法は、「まったくあてはまらない(1点)、あまりあてはまらない(2点)、どちらともいえない(3点)、だいたいあてはまる(4点)、とてもあてはまる(5点)」とした。その他、氏名や性別といった属性についても書いてもらった。

#### 3-2 調査の方法

調査は学級単位の一斉調査を学級担任に依頼し、実践前後の2時点で実施した。つまり、教育効果を測定する質問項目は実践前後の2時点で、理科に対する意識を測定する質問項目は実践前の1時点で、外部講師に対する意識を測定する質問項目は実践後の1時点で調査した。

### 4. 因子分析の方法と結果

因子分析には統計解析プログラムSPSS for Windows 10.0を使用した。因子抽出法には主因子法を用い、固有値が1以上であり、固有値の落ち込みが見られるところまでを抽出の基準とした。

#### 4-1 教育効果を測定する尺度の作成

教育効果を測定する質問項目の因子分析は、授業の影響を受けていない実践前の得点（実践前の質問紙の問1）を用いて行なった。その結果、教育効果を測定する質問項目については基準を満たす因子が二つ得られたので、2因子構造と判断した。Promax回転を行い、因子負荷量の低い項目（絶対値0.4未満）を削除し、再度、因子分析を行った。この手順を因子負荷量の低い項目がなくなるまで繰り返した。そして、得られた2因子をそれぞれ「学習に対する意欲」と「自然事象に対する理解」と命名し、尺度とした。

各尺度の内的整合性を検討するためにCronbachの $\alpha$ 係数を算出した。その結果、「学習に対する意欲」は $\alpha = 0.91$ 、「自然事象に対する理解」は $\alpha = 0.89$ であり、いずれも高い信頼性が得られた。因子分析の結果を表1と表2に示した。

表1 教育効果を測定する尺度（「学習に対する意欲」と「自然事象に対する理解」）

項 目	因子負荷量	
	第1因子	第2因子
自然の中で起こっていることに興味がある	0.87	-0.02
目に見えない物の変化について考えるのが楽しい	0.86	-0.04
水のすがたの変化について考えるのが楽しい	0.83	0.07
観察することが好きだ	0.74	0.08
目に見えない物の変化に興味がある	0.71	-0.20
水のすがたの変化についてくわしく知りたい	0.70	-0.07
実験の結果について友達と話し合うことは楽しい	0.67	0.11
自分でお湯をわかしてみたい	0.57	0.20
実験することが好きだ	0.47	0.12
水がこおる温度を知っている	-0.06	0.87
霧がどのようにしてできるのか知っている	0.04	0.83
雨がふるしくみを知っている	-0.05	0.75
雲がどのようにしてできるのか知っている	-0.03	0.74
時間がたつと、ぬれた洗濯物がかわいている理由が分かる	-0.03	0.72
アスファルトにたまった水たまりの水がなくなるわけを説明できる	0.00	0.70
お湯から出てくる白いけむりのような物の正体を知っている	0.28	0.49
冷たいジュースを入れたガラスのコップの外側に水できがつく理由が分かる	-0.01	0.47
寄与率(%)	44.70	9.21

表2 因子相関行列

因子	第1因子	第2因子
第1因子	1.00	0.64
第2因子	0.64	1.00

(主因子法・Promax回転)

#### 4-2 理科に対する意識と外部講師に対する意識を測定する尺度の作成

理科に対する意識を測定する質問項目（実践前の質問紙の問2）と外部講師に対する意識を測定する質問項目（実践後の質問紙の問2）においては、基準を満たす因子がそれぞれ一つ得られたので、1因子構造（回転なし）と判断した。このとき、因子負荷量の低い項目（絶対値0.4未満）はなかったため、項目の削除は行わなかった。そして、得られた1因子をそれぞれ「理科に対する意識」と「外部講師に対する意識」と命名した。「理科に対する意識」の場合、表3の（\*）の4項目（「嫌いだ」、「つまらない」、「しんどい」、「むずかしい」）は逆転項目である。そこで、値の再割り当て（1点を5点、2点を4点、3点を3点、4点を2点、5点を1点にした）を行い、尺度とした。一方、「外部講師に対する意識」は、そのまま尺度とした。

各尺度の内的整合性を検討するためにCronbachの $\alpha$ 係数を算出した。その結果、「理科に対する意識」は $\alpha=0.90$ 、「外部講師に対する意識」は $\alpha=0.89$ であり、いずれも高い信頼性が得られた。因子分析の結果を表3と表4に示した。

表3 「理科に対する意識」を測定する尺度

項 目	因子負荷量
わくわくする	0.92
楽しい	0.87
好きだ	0.85
おもしろい	0.84
嫌いだ(*)	-0.68
つまらない(*)	-0.67
必要だ	0.65
生活に役に立つ	0.55
将来、役に立つ	0.53
しんどい(*)	-0.52
かんたんだ	0.52
むずかしい(*)	-0.48
他の教科の学習に役に立つ	0.47
寄与率(%)	45.56

(\*)は逆転項目 (主因子法)

表4 「外部講師に対する意識」を測定する尺度

項 目	因子負荷量
もっと外部の先生に来てほしい	0.87
外部の先生に質問をしてみたい	0.86
外部の先生のお話は分かりやすい	0.83
外部の先生のお話はおもしろい	0.77
外部の先生が来てくれるのが楽しみだ	0.63
寄与率(%)	63.62

(主因子法)

## 5. 分散分析の方法と結果

### 5-1 各尺度の得点

各尺度の得点は、最低得点を0とするために、各項目の合計得点から項目数を引いて算出した。

「学習に対する意欲」の場合は9項目、回答は5件法(1点～5点)であるため、最低得点が0点(得点の和の最低値9-項目数9)、最高得点が36点(得点の和の最高得点45-項目数9)となる。

「自然事象に対する理解」の場合は8項目、回答は5件法(1点～5点)であるため、最低得点が0点(得点の和の最低値8-項目数8)、最高得点が32点(得点の和の最高値40-項目数8)となる。

「理科に対する意識」の場合は13項目、回答は5件法(1点～5点)であるため、最低得点が0点(得点の和の最低値13-項目数13)、最高得点が52点(得点の和の最高値65-項目数13)となる。

「外部講師に対する意識」の場合は5項目、回答は5件法(1点～5点)であるため、最

低得点が0点(得点の和の最低値5－項目数5)、最高得点が20点(得点の和の最高値25－項目数5)となる。

### 5-2 「理科に対する意識」と「外部講師に対する意識」のグループ分け

先に述べた方法で算出した「理科に対する意識」と「外部講師に対する意識」の得点を基に意識別のグループ(低群, 中群, 高群)に分けた。その結果、「理科に対する意識」の低群は38点以下の13人、中群は39～45点の15人、高群は46点以上の15人になり、「外部講師に対する意識」の低群は16点以下の11人、中群は17～19点の14人、高群は20点以上の16人になった。

### 5-3 分散分析の方法

性と調査時を要因とする2(男子, 女子)×2(実践前, 実践後)の2要因分散分析、「理科に対する意識」のグループと調査時を要因とする3(低群, 中群, 高群)×2(実践前, 実践後)の2要因分散分析、「外部講師に対する意識」のグループと調査時を要因とする3(低群, 中群, 高群)×2(実践前, 実践後)の2要因分散分析を行った。

分散分析は教育効果を測定する尺度(「学習に対する意欲」と「自然事象に対する理解」)ごとに行った。なお、分析には統計解析プログラムSPSS for Windows 10.0を使用した。

### 5-4 性と調査時を要因とする分散分析の結果

「学習に対する意欲」と「自然事象に対する理解」の平均値と標準偏差を表5に示した。

	性別	人数	実践前	実践後
学習に対する意欲 min=0, max=36	男子	26	29.69 (9.67)	30.96 (7.29)
	女子	16	27.75 (6.43)	28.00 (5.61)
自然事象に対する理解 min=0, max=32	男子	26	18.62 (9.83)	29.50 (3.02)
	女子	15	13.27 (8.82)	27.33 (3.52)

( )内は標準偏差

「学習に対する意欲」について分散分析を行なった結果、性と調査時による交互作用効果がみられなかった( $F(1, 40)=0.26$ , n. s.)。このことは、男子と女子の得点の変化の仕方に違いがみられなかったことを示している。そこで、性による主効果を検討した。その結果、性による主効果もみられなかった( $F(1, 40)=0.28$ , n. s.)。このことは、男子と女子の得点に有意な差がみられなかったことを示している。

「自然事象に対する理解」について分散分析を行なった結果、性と調査時による交互作用効果がみられなかった( $F(1, 39)=1.26$ , n. s.)。このことは、男子と女子の得点の変化の仕方に違いがみられなかったことを示している。そこで、性による主効果を検討した。その結果、性による主効果がみられた( $F(1, 39)=4.33$ ,  $p<0.05$ ; 女子<男子)。このことは、男子と女子の得点に有意な差がみられたことを示している。

## 5-5 「理科に対する意識」のグループと調査時を要因とする分散分析の結果

「学習に対する意欲」と「自然事象に対する理解」の平均値と標準偏差を表6に示した。

表6 「学習に対する意欲」と「自然事象に対する理解」の平均値と標準偏差

	グループ	人数	実践前	実践後
学習に対する意欲 min=0, max=36	低群	13	20.62 ( 9.71 )	25.23 ( 8.02 )
	中群	14	30.50 ( 5.42 )	31.36 ( 3.54 )
	高群	14	34.71 ( 1.86 )	32.14 ( 6.40 )
自然事象に対する理解 min=0, max=32	低群	13	9.69 ( 7.31 )	27.38 ( 2.84 )
	中群	13	17.62 ( 8.94 )	29.38 ( 2.66 )
	高群	14	22.00 ( 9.31 )	29.79 ( 3.66 )

( )内は標準偏差

「学習に対する意欲」について分散分析を行なった結果、「理科に対する意識」のグループ（低群，中群，高群）と調査時による交互作用効果がみられた ( $F(2, 38) = 5.40$ ,  $p < 0.01$ )。このことは、グループ間の得点の変化の仕方に違いがみられたことを示している。そこで、石村（2006）の手法（Bonferroniの方法）を用いてグループごとに単純主効果を検討した。その結果、低群に調査時による有意な単純主効果が得られた ( $F(1, 12) = 6.21$ ,  $p < 0.05$ ; 実践前 < 実践後)。このことは、低群においてのみ、実践前と実践後の得点に有意な差がみられたことを示している。

「自然事象に対する理解」について分散分析を行なった結果、「理科に対する意識」のグループ（低群，中群，高群）と調査時による交互作用効果がみられた ( $F(2, 37) = 5.36$ ,  $p < 0.01$ )。このことは、グループ間の得点の変化の仕方に違いがみられたことを示している。そこで、石村（2006）の手法（Bonferroniの方法）を用いてグループごとに単純主効果を検討した。その結果、低群に調査時による有意な単純主効果が得られ ( $F(1, 12) = 95.60$ ,  $p < 0.001$ ; 実践前 < 実践後)、中群に調査時による有意な単純主効果が得られ ( $F(1, 12) = 20.69$ ,  $p < 0.01$ ; 実践前 < 実践後)、高群に調査時による有意な単純主効果が得られた ( $F(1, 13) = 14.78$ ,  $p < 0.01$ ; 実践前 < 実践後)。このことは、低群、中群、高群のいずれのグループにおいても実践前と実践後の得点に有意な差がみられたことを示している。

## 5-6 「外部講師に対する意識」のグループと調査時を要因とする分散分析の結果

「学習に対する意欲」と「自然事象に対する理解」の平均値と標準偏差を表7に示した。

表7 「学習に対する意欲」と「自然事象に対する理解」の平均値と標準偏差

	グループ	人数	実践前	実践後
学習に対する意欲 min=0, max=36	低群	11	21.64 (7.46)	22.73 (6.45)
	中群	14	32.50 (3.01)	31.93 (2.73)
	高群	16	32.69 (5.75)	34.06 (2.79)
自然事象に対する理解 min=0, max=32	低群	11	11.45 (8.87)	27.45 (3.86)
	中群	13	17.54 (8.41)	29.08 (2.87)
	高群	16	20.56 (9.36)	29.44 (3.31)

( )内は標準偏差

「学習に対する意欲」について分散分析を行なった結果、「外部講師に対する意識」のグループ（低群，中群，高群）と調査時による交互作用効果がみられなかった ( $F(2, 38) = 0.42$ , n. s.)。このことは、グループ間の得点の変化の仕方に違いがみられなかったことを示している。そこで、グループによる主効果を検討した。その結果、グループによる主効果がみられた ( $F(2, 38) = 32.47$ ,  $p < 0.001$ )。このことは、グループ間に有意な差がみられたことを示している。この主効果に対して多重比較を行った結果、低群と中群、低群と高群の間にそれぞれ有意な差がみられた ( $MSe = 14.22$ ,  $p < 0.05$ ; 低群 < 中群, 低群 < 高群)。

「自然事象に対する理解」について分散分析を行なった結果、「外部講師に対する意識」のグループ（低群，中群，高群）と調査時による交互作用効果がみられなかった ( $F(2, 37) = 2.41$ , n. s.)。このことは、グループ間の得点の変化の仕方に違いがみられなかったことを示している。そこで、グループによる主効果を検討した。その結果、グループによる主効果がみられた ( $F(2, 37) = 3.60$ ,  $p < 0.05$ )。このことは、グループ間に有意な差がみられたことを示している。この主効果に対して多重比較を行った結果、低群と高群の間に有意な差がみられた ( $MSe = 28.26$ ,  $p < 0.05$ ; 低群 < 高群)。

## 6. 考察

### 6-1 性の違いについて

「学習に対する意欲」については、男子と女子の得点の変化の仕方に違いがみられなかった。また、男子と女子の得点に有意な差もみられなかった。このことから、男子と女子の教育効果に明瞭な違いはみられず、得点差もなかったといえる。「自然事象に対する理解」については、男子と女子の得点の変化の仕方に違いがみられなかった。しかし、男子と女子の得点に有意な差がみられ、女子の得点よりも男子の得点が高かった。男子と女子の得点に差がみられる原因については現在のところ不明である。



## 6-2 「理科に対する意識」のグループ（低群、中群、高群）の違いについて

「学習に対する意欲」については、グループ間の得点の変化の仕方に違いがみられ、低群においてのみ、実践前と実践後の得点に有意な差がみられた。別の言い方をすると、低群に教育効果がみられたといえることができる。本実践では「目に見えないものをイメージさせる」など、やや発展的な学習を展開した。そのため、教員（古屋博志）は、理科に苦手意識をもっていると感じている児童に対し、意図的により多くの支援を行った。このかかわり方の違いが原因となり、表出した結果と考えられる。「自然事象に対する理解」については、グループ間の得点の変化の仕方に違いがみられた。低群、中群、高群のいずれのグループにおいても実践前と実践後の得点に有意な差がみられ、実践前の得点よりも実践後の得点が高かった。別の言い方をすると、すべてのグループにおいて教育効果はみられたが、低群の得点の変化の仕方が他の群と比べて大きかったため、得点の変化の仕方の違いとして表出したといえる。このことも、先に述べたことと同様、教員のかかわり方に起因していると考えられる。

## 6-3 「外部講師に対する意識」のグループ（低群、中群、高群）の違いについて

「学習に対する意欲」については、グループ間の得点の変化の仕方に違いがみられなかった。しかし、グループ間に有意な差がみられた。低群と中群、低群と高群の間にそれぞれ有意な差がみられ、低群の得点よりも中群と高群の得点がそれぞれ高かった。グループ間の得点に差がみられる原因については現在のところ不明である。「自然事象に対する理解」については、グループ間の得点の変化の仕方に違いがみられなかった。しかし、グループ間に有意な差がみられた。低群と高群の間に有意な差がみられ、低群の得点よりも高群の得点が高かった。グループ間の得点に差がみられる原因については現在のところ不明である。

## おわりに

大道小では、外部講師を招聘し、TTを組み、授業を実践している。その教育効果をさらに高めるためには教員のかかわり方が重要であることが示唆された。今後、かかわり方という視点から研究を深めていきたい。

また、男子と女子で「自然事象に対する理解」の得点差がみられ、「外部講師に対する意識」のグループ間で「学習に対する意欲」と「自然事象に対する理解」の得点差がみられた。今後、この原因を解明し、具体的な支援の方法を検討していきたい。そして、さらに研究の対象を広げ、他の授業実践の教育効果についても明らかにしていきたい。

## 謝辞

実践をするにあたり、ご協力いただきました防府市青少年科学館ソラール学芸員の松本浩氏に感謝の意を表します。

## 参考文献

- 石村貞夫（2006）SPSSによる分散分析と多重比較の手順 [第3版]．東京図書． pp. 24  
4
- 文部省（1999）小学校学習指導要領解説理科編．東洋館出版社． pp. 122
- 山口県モデル地域実行委員会（2007）平成18年度理数大好きモデル地域事業 理数大  
好き実践記録集． pp. 64
- 山口県モデル地域（2008）平成19年度理数大好きモデル地域事業 第2年次中間報告  
書． pp. 64
- 山口大学教育学部（2008）「支援活動の試行実施ーシャトルラボの運用にむけての取  
り組みー」．平成19年度 文部科学省「専門職大学院等教育推進プログラム」報告書  
ちゃぶ台型ネットによる理科教育支援計画． p. 43－45