

今日的な課題である科学的リテラシー育成のために 大学が果たすべき役割について

— 北陸学院大学における試行的取組みを通しての包括的な提言とその課題 —

About the Role that the University should play for the Scientific literacy Promotion that is a Modern Problem

— Inclusive proposal at Hokuriku Gakuin University through trial and approach and their problem —

戸 田 教 一*

Abstract

It has been said for a long time that the academic science ability has fallen, not only at the elementary schools but also at the high schools as a present day subject. However, the actual situation is that teachers have become busier with their everyday class work and with educational reform than have been with making efforts in having the pupils getting interested in science.

Fundamentally, children are fond of observing experiments and making things by themselves, and they are eagerly awaiting a chance to get to work. In this research we showed that Hokuriku Gakuin University should have the role of developing children's scientific literacy and of proposing educational trials and topics.

キーワード：理科の学力低下／科学的リテラシー／実験・観察／出張実験講座／幼小中高大連携
／理科指導者養成／PISA 国際学力調査

はじめに

今日的課題として、理科の学力の低下が叫ばれて久しいが、教育現場の実情は、その対応に精力を割くよりも、日々の学習指導と教育改革への対応に追われているのが実情である。本来子どもたちは、実験観察やものづくり活動は好きであり、進んで取り組む姿勢を見せてくれる。そこで、本稿では、そんな子どもたちの科学的リテラシーの育成のために北陸学院大学として果たすべき役割について、試行的な取組みの中から提言し、合わせてその課題について考察したものである。

科学的リテラシーとは

科学的リテラシーとは PISA 国際学力調査において、測定されたもので、OECD が 2000 年から 3 年毎に実施している国際学力調査で、測定される主な学力の分野、読解リテラシー、数学的リテラシー、科学的リテラシーとしてあげられているものである。この科学的リテラシーには、三つの側面がある。「科学的な疑問を認識すること」「現象を科学的に説明すること」「科学的な証拠を用いること」である。¹⁾ 日本の科学的リテラシーの水準は 2006 年の調査では、15 歳の生徒の「科学的リテラシー」の総合点は、参加 57 カ国中 5 番目の得点だった。能力別では、「科学的な疑問を持つ」が 7 位、「現象を科学的に説明する」が 6 位、「科学的な証拠を用いる」が 2 位であった。トッ

* Kyoichi TODA
北陸学院大学 人間総合学部 幼児児童教育学科
理科学教育

プは、総合点でも能力別でも、フィンランドであった。

式の問題であった。特に「証拠と結果の解釈」科学的知識・概念の「大気と変化」「形態と機能」が下回った。

日本の科学的リテラシーの経年変化は

正答率が下がった3つの問題は、すべて、論述

PISA国際学力調査結果の全体状況

科学的リテラシーの平均得点の国際比較

表2は、参加各国の科学的リテラシー問題の平均得点と標準誤差を表している。なお、この得点は、OECD加盟国の平均値が500点、標準偏差が100点になるように換算して示したものである。

我が国の得点は、2000年調査では550点、2003年調査では548点であり、いずれも1位グループとなっている。

■ 日本
■ 日本と有意差の無い国

表2 科学的リテラシー平均得点の国間比較 (点)

2000年調査				2003年調査			
	国名	得点	(標準誤差)		国名	得点	(標準誤差)
1	韓国	552	(2.7)	1	フィンランド	548	(1.9)
2	日本	550	(5.5)	2	日本	548	(4.1)
3	フィンランド	538	(2.5)	3	香港	539	(4.3)
4	イギリス	532	(2.7)	4	韓国	538	(3.5)
5	カナダ	529	(1.6)	5	リヒテンシュタイン	525	(4.3)
6	ニュージーランド	528	(2.4)	6	オーストラリア	525	(2.1)
7	オーストラリア	528	(3.5)	7	マカオ	525	(3.0)
8	オーストリア	519	(2.5)	8	オランダ	524	(3.1)
9	アイルランド	513	(3.2)	9	チェコ	523	(3.4)
10	スウェーデン	512	(2.5)	10	ニュージーランド	521	(2.4)
11	チェコ	511	(2.4)	11	カナダ	519	(2.0)
12	フランス	500	(3.2)	12	スイス	513	(3.7)
13	ノルウェー	500	(2.7)	13	フランス	511	(3.0)
14	アメリカ	499	(7.3)	14	ベルギー	509	(2.5)
15	ハンガリー	496	(4.2)	15	スウェーデン	506	(2.7)
16	アイスランド	496	(2.2)	16	アイルランド	505	(2.7)
17	ベルギー	496	(4.3)	17	ハンガリー	503	(2.8)
18	スイス	496	(4.4)	18	ドイツ	502	(3.6)
19	スペイン	491	(3.0)	19	ポーランド	498	(2.9)
20	ドイツ	487	(2.4)	20	スロバキア	495	(3.7)
21	ポーランド	483	(5.1)	21	アイスランド	495	(1.5)
22	デンマーク	481	(2.8)	22	アメリカ	491	(3.1)
23	イタリア	478	(3.1)	23	オーストリア	491	(3.4)
24	リヒテンシュタイン	476	(7.1)	24	ロシア	489	(4.1)
25	ギリシャ	461	(4.9)	25	ラトビア	489	(3.9)
26	ロシア	460	(4.7)	26	スペイン	487	(2.6)
27	ラトビア	460	(5.6)	27	イタリア	486	(3.1)
28	ポルトガル	459	(4.0)	28	ノルウェー	484	(2.9)
29	ルクセンブルグ	443	(2.3)	29	ルクセンブルグ	483	(1.5)
30	メキシコ	422	(3.2)	30	ギリシャ	481	(3.8)
31	ブラジル	375	(3.3)	31	デンマーク	475	(3.0)
				32	ポルトガル	468	(3.5)
				33	ウルグアイ	438	(2.9)
				34	セルビア・モンテネグロ	436	(3.5)
				35	トルコ	434	(5.9)
				36	タイ	429	(2.7)
				37	メキシコ	405	(3.5)
				38	インドネシア	395	(3.2)
				39	ブラジル	390	(4.3)
				40	チュニジア	385	(2.6)

科学的リテラシー得点の変化

表6は、2003年調査及び2000年調査における主な参加各国の科学的リテラシー得点の平均値と標準偏差を表している。なお、データは得点について2003年調査の平均値から2000年調査の平均値を引いた差の大きい国から小さい国の順に掲載している。

我が国は、2000年調査と2003年調査とで平均値に統計的な有意差がなく変化が見られない。

表6 科学的リテラシー得点の経年変化

国 名	科学リテラシー得点				
	2003年		2000年		2003年－2000年
	平均値	（標準偏差）	平均値	（標準偏差）	
OECD加盟国					
スイス	513	(3.7)	496	(4.4)	17 ▲
ドイツ	502	(3.6)	487	(2.4)	15 ▲
ポーランド	498	(2.9)	483	(5.1)	15 ▲
ベルギー	509	(2.4)	496	(4.3)	13 ▲
チェコ	523	(3.4)	511	(2.4)	12 ▲
フランス	511	(3.0)	500	(3.2)	11 ▲
フィンランド	548	(1.9)	538	(2.5)	10 ▲
ハンガリー	503	(2.8)	496	(4.2)	7
日本	548	(4.1)	550	(5.5)	－3
スペイン	487	(2.6)	491	(3.0)	－4
スウェーデン	506	(2.7)	512	(2.5)	－6
ニュージーランド	521	(2.4)	528	(2.4)	－7
アイルランド	505	(2.7)	513	(3.2)	－8
アメリカ	491	(3.1)	499	(7.3)	－8
カナダ	519	(2.0)	529	(1.6)	－11 ▼
韓国	538	(3.5)	552	(2.7)	－14 ▼
ノルウェー	484	(2.9)	500	(2.8)	－16 ▼
メキシコ	405	(3.5)	422	(3.2)	－17 ▼
オーストリア	491	(3.4)	519	(2.6)	－28 ▼
OECD非加盟国					
リヒテンシュタイン	525	(4.3)	476	(7.1)	49 ▲
ラトビア	489	(3.9)	460	(5.6)	29 ▲
ロシア	489	(4.1)	460	(4.7)	29 ▲
ブラジル	390	(4.3)	375	(3.3)	14 ▲
インドネシア	395	(3.2)	393	(3.9)	2
香港	539	(4.3)	541	(3.0)	－2

我が国の問題ごとの正答率の変化

次ページの表7には、2回の調査に共通に出題された科学的リテラシー問題個々の正答率の経年変化を示した。データは2003年調査の正答率から2000年調査の正答率を引いた差の高い問題から低い問題の順に掲載している。共通問題25題の正答率の平均値は、我が国では2000年調査の60%に対して2003年調査は58%と2ポイント低くなっている。OECD平均値は2回の調査とも50%で変化していない。我が国にお

いて10ポイント以上、正答率が変化した問題は4題あり、そのうち2003年の方が正答率が高い問題が1題、残りの3題は2003年の方が正答率が低い問題である。正答率が上がった1題は複合的選択肢形式で出題された問題であり、正答率が下がった3題はすべて論述形式で出題された問題である。

論述形式の詳細について確認したいところであるが、2003年調査では、論述形式の問題で公開されているものはない。2000年調査では、論述形式の問題が3題公表されており、問題の解説に示す。

また、2回の調査ともOECD平均値を下回っている問題が3題あり、うち1題は公表されている「クローニング」の問2である。

表7 科学的リテラシーの共通問題の正答率の経年変化 (%)

問題の名称	小問番号	状況・文脈	知識・概念	プロセス	出題形式	正答率						
						2003年		2000年		2003年－2000年		
						日本	OECD	日本	OECD	日本	OECD	
天気予報	問3	地球と環境	地球と宇宙	証拠と結果の解釈	複合的選択肢形式	68.3	58.1	57.5	54.8	10.8	33.0	
昼間の時間	問2	地球と環境	地球と宇宙	現象の記述・説明・予測	求答形式	37.9	18.6	34.5	18.0	3.4	0.6	
生徒の自主研究	問1	技術	物質の構造と性質	科学的探究の理解	選択肢形式	62.5	60.7	59.3	56.4	3.2	4.3	
クローニング	問2	生活と健康	形態と機能	現象の記述・説明・予測	選択肢形式	43.5	48.7	40.4	45.3	3.1	3.4	
天気予報	問1	地球と環境	地球と宇宙	証拠と結果の解釈	選択肢形式	53.5	52.1	50.8	48.2	2.7	3.9	
地球の気温	問3	技術	エネルギーの移動	現象の記述・説明・予測	複合的選択肢形式	58.4	35.8	56.2	35.8	2.2	0.0	
クローニング	問3	生活と健康	遺伝子操作	科学的探究の理解	複合的選択肢形式	65.3	62.1	63.2	61.1	2.1	1.0	
衣類	問1	技術	物質の構造と性質	科学的探究の理解	複合的選択肢形式	50.9	42.0	49.3	40.3	1.6	1.7	
生徒の自主研究	問3	技術	物質の構造と性質	証拠と結果の解釈	複合的選択肢形式	38.1	45.4	36.7	43.5	1.4	1.9	
クローニング	問1	生活と健康	遺伝子操作	現象の記述・説明・予測	選択肢形式	71.7	64.7	71.6	62.0	0.1	2.7	
藻類	問1	生活と健康	生態系	科学的探究の理解	選択肢形式	75.1	71.3	75.5	73.6	-0.4	-2.3	
地球の気温	問2	地球と環境	エネルギーの移動	現象の記述・説明・予測	論述形式	78.6	40.4	79.4	42.0	-0.8	-1.6	
スプーン	問1	技術	物質の構造と性質	現象の記述・説明・予測	選択肢形式	92.6	87.1	93.8	88.3	-1.2	-1.2	
昼間の時間	問1	地球と環境	地球と宇宙	現象の記述・説明・予測	選択肢形式	56.5	42.6	58.2	38.5	-1.7	4.1	
藻類	問2	生活と健康	生態系	科学的探究の理解	論述形式	51.1	37.1	52.9	40.4	-1.8	-3.3	
地球の気温	問1	地球と環境	地質の変化	現象の記述・説明・予測	論述形式	80.0	59.7	82.4	59.0	-2.4	0.7	
温室効果	問2	地球と環境	大気の変化	証拠と結果の解釈	論述形式	52.5	36.0	55.3	39.5	-2.8	-3.5	
衣類	問2	技術	物質の構造と性質	現象の記述・説明・予測	選択肢形式	76.3	76.2	80.2	75.9	-4.0	0.3	
温室効果	問1	地球と環境	大気の変化	証拠と結果の解釈	論述形式	68.4	54.0	74.1	57.3	-5.7	-3.3	
生徒の自主研究	問2	医療	物質の構造と性質	証拠と結果の解釈	選択肢形式	41.8	36.6	50.0	41.8	-8.2	-5.2	
天気予報	問2	地球と環境	地球と宇宙	証拠と結果の解釈	選択肢形式	54.4	68.7	63.0	72.2	-8.6	-3.5	
藻類	問3	生活と健康	生態系	現象の記述・説明・予測	選択肢形式	64.6	55.9	73.6	57.8	-9.0	-1.9	
役に立つ振動	問1	生活と健康	形態と機能	証拠と結果の解釈	論述形式	49.9	46.4	62.8	50.6	-12.9	-4.2	
温室効果	問3	地球と環境	大気の変化	科学的探究の理解	論述形式	15.8	22.3	31.7	24.8	-15.9	-2.5	
役に立つ振動	問2	生活と健康	形態と機能	科学的探究の理解	論述形式	32.2	26.1	48.1	24.7	-15.9	1.4	
網掛けしたユニットは非公開である。						平均値	57.6	49.9	60.0	50.1	-2.4	-0.1

次に、科学的リテラシーの共通問題の正答率の経年変化を、内容や出題形式別に整理したのが、次ページ以降の表8（1）～（4）である。ただし、この集計は、表7の値をもとに算出したものである。また、問題数が1題だけといったものもあり、こうした点にも留意が必要である。

内容や出題形式別に見て、前回の正答率を5ポイント以上下回った問題が項目別問題数の半数以上であったものは、科学的プロセス別の「証拠と結果の解釈」、科学的知識・概念別の「大気の変化」、「形態と機能」、出題形式別の「論述形式」である。特に、出題形式別の「論述形式」では、8題すべてが前回を下回った。

PISA 調査の学力の考え方は

これは、各教科の学習内容の理解度を測るのではなく、個々の子どもたちが、将来社会人として直面するかもしれないさまざまな状況での問題解決に、学習内容が活用できるように準備されているかを測るのが目的である。

調査結果から見直された科学的リテラシーとは

2006 年の調査は、科学的リテラシーを中心に測定した初の調査であった。この科学的リテラシーの考え方については「科学と技術に関係するさまざまな状況で、市民は何を知っていて、何に価値を感じ、何ができるかが重要」という問いを起点として、国際的に検討された結果、次のように定義された。

- ① 疑問を認識し、新しい知識を獲得し、科学的な事象を説明し、科学が関連する諸問題についての証拠に基づいた結論を導き出すための科学的知識とそれを活用する力
- ② 人間の知識と探究の一形態として科学的な考え方を理解する力
- ③ 科学と技術がわれわれの物質的、知的、文化的環境をいかに形づくっているかを認識する力
- ④ 思慮深い一市民として、科学的な考えを持ち、科学が関連する諸問題に、自らすすんで、関わる力

科学的リテラシーの育成のための基本的な考え方

子どもが、科学的リテラシーを身に付けるためには、科学が好きになる環境づくりが必要である。そのためには、子どもを取り巻く環境を見直し、子ども自身が科学に興味関心を持てるよう配慮していかなければならない。それは、家庭であり、保育園、幼稚園であり学校である。またそれらを取り巻く地域社会も大きな影響を与えるものである。

また、それらのものを統合的な目で見て、政府や自治体はより高度な視点から効果的な施策を打ち出すことが大切である。更に大学では、先行的实践を通して、近未来の科学的リテラシーのより効果ある学びの理論やシステムを提案する使命がある。

科学的リテラシー育成システム構築に向けて次のような研究仮説を設けた。

仮説 1

子ども自身に直接、科学実験に触れる場をより多く提供すれば興味・関心を持ち科学的リテラシーの育成につながるのではないかと

- ・ 幼稚園への大学からの出前実験を通して検証する。
- ・ 小学校への大学からの出前実験を通して検証する
- ・ 大学研究室でのミニものづくり教室を通して検証する。
- ・ 高校への大学からの出前実験を通して検証する。

仮説 2

保護者に科学実験の楽しさを体験していただけたら、子どもたちへの日々の接触の中で母子体験活動の幅を科学の分野に広げ、子どもの科学的リテラシーの育成につながるのではないかと

- ・ 幼稚園保護者へのアピールを通して検証する
- ・ 私立幼稚園協会への出前講座を通して検証する。
- ・ 小学校保護者のへの出前実験講座を通して検証する

仮説 3

指導者に科学実験の楽しさを実感していただけたら、子どもたちへの日ごろの活動や授業の中で、活動の幅を広げ、子どもたちに科学実験の楽しさを伝えられ、子どもの科学的リテラシーの育成につながるのではないかと。

- ・ 先生方の授業を拝見し、楽しい理科授業をめざした指導力向上に向けての助言を通して検証する。
- ・ 北陸学院大学研究室でのエコおもしろ科学実験教室の実践を通して検証する。

仮説 4

自治体・学校・他の科学的リテラシー育成を目指す諸機関・団体との連携・協力活動が子どもたちの科学的リテラシーの育成につながるのではないかと。

- ・ 金沢子ども科学財団との連携を通して検証する。
- ・ 北陸学院サテライト館への参加を通して検証する。

仮説5

子ども、保護者、教師、地域が一体となり、働きかけをし、有機的につながり、次の世代を育てる指導者の育成にもつながるシステムの構築が科学的リテラシーの育成につながるのではない。

- ・ 仮説1から仮説5を通して検証する。

仮説1の内容と具体的な取り組み及び

その成果と課題

子ども自身により多く科学実験を体験する場を提供すれば、興味・関心を持ち、科学的リテラシーの育成につながるのではない。

この仮説の基に、本年4年制大学の発足を機会に、付属幼稚園に出前実験の実施を提案し、快く了承されたので、第一幼稚園と扇が丘幼稚園に出向くこととなった。以下にその具体的な内容を述べる。

具体的活動1「幼稚園での科学遊びを通して」

活動場所と活動内容とねらい

北陸学院幼稚園プレーダー

2008. 5. 17 実施

北陸学院扇が丘幼稚園自由登園日

2008. 6. 21 実施

北陸学院第一幼稚園自由登園日

2008. 7. 5 実施

これらの活動に参加させていただいた目的は、幼稚園の子どもたちに、バブルロケット、かさ袋ロケット、長いゴム風船ロケット、水ロケットづくりなどを通して、科学遊びの楽しさを味わってもらうことであった。

二つ目のねらいは、将来教職を目指す学生たちに、ものづくりの楽しさと子どもとのふれあいの楽しさを体験してもらい指導者となる自覚を持ってもらうことであった。

三つ目のねらいは、保護者や地域の方々に、科学遊びの楽しさと大切さを実感していただ

き、科学的リテラシー育成の必要性に気づき理解していただくことであった。

成果と課題

当日は、いくつかのコーナーが設置されていたが、ロケットコーナーには、100組を超える親子が参加された。その中で成果として挙げられることは、

- ① 全てのロケット、特に水ロケットが、全機打ち上げられたことであろう。科学が好きな第一条件は、実験が成功することである。その意味で全機が無事打ち上げられ、子どもたちが愛機を大切に名前を書いて持ち帰る姿が印象的であった。このことから、特に、幼児・児童の時期には、一人ひとりが自分のものを作ることが大切であり、そのことが、科学への興味・関心を持つことにつながり、科学的リテラシーの育成につながることに実感できた。
- ② いろいろなロケット遊びを楽しめたことである。幼児から小学生まで、それぞれの参加者が自分にあったロケットづくりを選択できたことである。特に科学実験の場合、発達段階を考慮したものでないと実験後の満足感につながらず、かえって危険が伴う場合がある。今回は、細工の簡単なかさ袋ロケットから、ペットボトルを切り取る水ロケットまで用意してあったことが興味・関心の持続につながったものと考えられる。
- ③ 学生自身が準備し、実験を指導し、最後までやり遂げられたことである。実施日の数週間前から自作し、発射してみて、さまざまな起こりうる不具合を経験していたため、当日は、グラウンドの砂を巻き込むことによって起こる発射台の故障にも落ち着いて対応できていた。このように学生自身が科学的リテラシーを身に付けていくことができ、本番でもやり遂げられたことは、指導者として立つ自身につながったことは彼らの事後の「またやってみよう」との感想からもうかがわれる。
- ④ 幼稚園の先生方からは、ロケット作りという幼稚園ではあまり経験のない分野での実験に、今後の活動の広まりの可能性を見つけれ

れたようであった。また、日ごろ、子育ては、母親にまかせきりの父親が、ロケット作りには目を輝かせて子どもと取り組む姿が印象的であったとのこと。これらのことは、家庭内での科学遊びの工夫につながり、家庭における科学的リテラシー育成につながるものと考えている。

課題をあげるとすれば

- ① 材料の調達の問題であろう。多くのペットボトルを用意してあったが、予想を超える来場者であったため、材料が足らなくなったことである。おとうさん方の中には、自販機から購入して作っておられた方もいたようである。次回からは、多めに用意しておくべきことを思い知らされた。
- ② 次に実験スペースのとり方である。どこに落ちるか分からないので、風などを計算して、飛ばす向きや角度を予め予備実験で確認して始めたが、それでも、当日は大勢の人が落下地点に出入りして接触の危険を感じる場面もあった。今後は、広めのスペースを用意し、監視の人数を増やす必要を感じた。
- ③ また、指導者の不足する場面もあった。多くの参加者が順番待ちをする状態がかなり長くあった。それが興味あるものの場合、子どもたちは、順番をついても参加したいとがんばっていた。このような状況から、科学遊びを指導できる指導者の育成が急務であると感じた

具体的活動2「北陸学院小学校高学年夏期学校での科学実験教室」 2008. 7. 22 実施

この活動のねらいは、小学校高学年の子どもたちに、バブルロケットや水ロケットの制作と発射の体験を通して、既習を生かして工夫して飛ばし、空気の力の大きさを感じ、科学遊びの面白さを実感してもらうことであった。

二つ目には、指導者の養成に生かすことであった。より多くの学生に指導の機会を与え、その難しさと楽しさを実感してもらい、指導者として立つ自覚を持ってもらうことであっ

た。

成果と課題

当日は、5・6年生の混成チームでのものづくりであった。子どもたちだけで製作したいろいろなロケットは、工夫の甲斐あってうまく上げることができた。その中で成果としてあげられることは、

- ① バブルロケットの飛び方はフィルムケースの中の水の量に関係していることを4年生の空気と水の学習から気づく子がいたこと。
- ② 指導に当たってくれた北陸学院大学幼児児童教育学科1年の男女学生も、参加後異口同音に参加しての充実感を語っていたこと。

課題として

- ① 時間的な制約のため、実験時間がゆっくり持てなかったこと。
 - ② グループでの制作のため、個としての満足感が乏しくなったこと。
- があげられる。

具体的活動3「北陸学院大学大学エコおもしろ科学実験教室を通して」4月～10月

この活動を始めた理由は、幼小中高大が併設された一貫校のメリットを生かし子どもたちの科学への興味関心を深め、あわせて、科学的リテラシー育成を目指せる場を設定したいと考えたからである。

また、その子どもたちと学生たちがものづくりを通して交流することにより、教えることの喜び、指導者としての自覚に目覚めてくれることを願ったのであった。その両者にとって都合の良い昼食後の時間をそれに費やした。

従って、大学食堂に来る小学生たちがその対象である。

主な実施内容は以下の通りである。

- ① 発泡スチロールで作るアルソミトラ
- ② たれびんとペットボトルの浮沈子
- ③ ペットボトルのトルネード
- ④ ペットボトルの水ロケット
- ⑤ フィルムケースのミニロケット
- ⑥ ゴム風船ロケット
- ⑦ 白黒メガネの隠し字探し

- ⑧ 5分でできる簡易押し花づくり
- ⑨ チュウブプレイン
- ⑩ チラシで作る恐竜
- ⑪ チラシで作るイヌワシ飛行機
- ⑫ ミニグライダー
- ⑬ 牛乳パックで作るブーメラン
- ⑭ ペットボトルで作る針穴虫観察器
- ⑮ からくり人形
- ⑯ アリの道探し
- ⑰ 楊枝とペットボトルのこまづくり
- ⑱ 牛乳パックで作る人生裏表
- ⑲ ストロー鬼ごっこ
- ⑳ 紙コプター
- ㉑ ストロー笛
- ㉒ 不思議な変わり絵
- ㉓ アナモルフォーシス（歪み絵）
- ㉔ ペットボトルで作るヘロンの噴水
- ㉕ ペットボトルで作る鳴門の渦潮
- ㉖ にくい輪作り
- ㉗ ベンハムのこま
- ㉘ 木登りどんぐりくん
- ㉙ カライドサイクル
- ㉚ ヤクルトカップでつくる教訓茶碗
- ㉛ 強力シャボン玉づくり

2)

成果と課題

日々の試行的実験教室の中での成果として次のことが挙げられる。

- ① 最初に来たのは一人の4年生の児童であった。(2008. 6. 23)
それが現在 (2008. 10. 28)
日々30名を超える児童がこの教室を訪れるようになっている。
年代も幼稚園、小学生、中学生、短大生、大学生と幅が広がりつつあること。
- ② 継続して通ってきている子が増えたこと。
- ③ 興味関心の対象が広がり、自分でも工夫する子がでてきたこと。
- ④ 学生と子どもたちとの接触の機会が増え、自然な交流が可能になってきていること。
- ⑤ いろいろなものづくりを通して、科学的リテラシーの深まり見られるようになってきたこと

課題としては、次のようなことがあげられる。

- ① 時間的な制約のため、複雑なものづくりができないこと。
- ② 増加した子どもたちへの指導者の不足気味であること。
- ③ 増加した来室者のために実験材料の準備が困難になってきていること。

具体的活動4「大学から高校への科学出張授業を通して」

活動場所とその内容及びねらい

- 富山県立伏木高等学校 2008. 4. 21 実施
- 富山県立石動高等学校 2008. 5. 2 実施
- 石川県立飯田高等学校 2008. 6. 3 実施
- オープンキャンパス模擬授業 2008. 8. 2
- オープンキャンパス模擬授業 2008. 8. 23
- 北陸学院高等学校 2008. 8. 30 実施
- 石川県立津幡高等学校 2008.
- 石川県立輪島高等学校 2008. 10. 24 実施
- 石川県立七尾東雲高校 2009. 2. 17 実施

そのテキストの内容は次の通りである。

「自然の不思議に学ぶ」

— 体験、感動、創造への道 —

はじめに

私たちは、自然界からたくさんの恵みを受け、そこから多くの知恵を学び、科学技術の発展に結び付けてきました。しかし、その一方で、自然界の秩序を乱し、地球温暖化や環境問題など負の遺産を残してきたのも事実です。そして今、その解決に向けて人類の叡智が問われています。

このような時、私たち人類は何をなすべきでしょうか。それは、科学の原点に立ち返り、もう一度自然に触れ、その不思議さに出会い、発見の驚きと喜びの感動を原動力にして、新たな創造に発展させることではないでしょうか。

そこで、今回は、いくつかの科学遊びを体験し、そこから生まれる感動を「なぜだろう」「どうしてかな」という疑問につなげ、更に新たな「創造」に発展できればと考えています。

1. 不思議なアルソミトラの飛ばしてみよう

聞きなれないアルソミトラ・マクロカルパというのは、熱帯アジアのウリ科の樹木です。ヘルメットのような大きな果実の中に、薄い翼のある種子が400個もはいています。秋になると、風に乗って遠くへ飛んでいきます。

実物の入手は困難ですから、今回は、発泡スチロールで手作りしたもので飛ばしてみましょう。飛ばし方は、親指と人差し指で翼を後ろからはさみ、手を高く上げて、種を少し下向きにして、押し下ろしたり投げたりしないで、そっと手を離します。よく飛ばない場合は、種の位置を前後させたり、翼の両端を軽くそらすとよい。

2. 紙でミニグライダーを作って飛ばそう

前述のアルソミトラを、紙のグライダーに変身させたのが、次に示す実にグライダーです。型紙を上質紙に印刷し、周りを切り取って、山折り谷折りして、クリップをつけるだけで簡単にできます。飛ばし方は、グライダーを指でつまんで高く上げ、上から話すだけです。いったん下に落ちそうになりますが、地面近くで持ち直し、すれすれに飛んで行きます。うまくいかないときは、クリップの位置を前後させると良く飛ぶようになります。あまり風の影響のないところで飛ばすのがコツです。

3. チューブプレインを作って飛ばそう

飛行機は、翼の端に生まれる渦による空気抵抗が大きな問題になってなっています。これを解決するには、グライダーのように翼を出来るだけ長くすることが考えられますが強度の問題が生じます。そこで、端に垂直な板をつける方法が行われています。しかし、翼の両端をつないでしまえば端はなくなります。円筒翼は平面翼に比べて50パーセントの空気抵抗を減らすことが出来ます。また、強い方向安定性が得られるという長所もあります。円筒翼は、高さが問題なので、背の低い箱型の翼にして、強度的にも強固にすることが行われています。作って確かめてみましょう。

4. 昼間 星を見ることが出来ますか？

晴れた夜空に満天の星を見手感動したことはな

いでしょうか。その無数の星は、昼間どこに隠れてしまったのでしょうか。それとも、夜と同様出ている、私達には、見えないのでしょうか。そんなことを昔の人たち考えたようです。とこで、何とか昼間に星を見られる場所を探しました。そして見つけたところは、井戸の底でした。周りを暗くしたとき突然その視界に星が飛び込んできたのです。今まで、周りが明るくて見えなかった星が見えてきたのです。

実はこの原理を使うと、手紙を開かなくても中身が読めるのです。解説に挑戦してみましょう。白と黒のフィルムケースを使って、見え方を比べてみてください。

5. 「いないいないばあ」の秘密を探ろう

プラスチックのコップを水に沈めると、内側のコップに描いた顔が消えます。これは、光が違う物質との境目で屈折することを利用したものです。この場合、光は、空気が挟まっているときは見えませんが、全部が水に満たされると見えます。何回でもやれますから試してみてください。

6. アナモルフォーシス（ゆがみ絵）の正体は？

右の絵は、何の絵でしょうか？白い円の部分に円筒形の鏡を置くと鏡の局面に絵の正体が写し出されます。この不思議な絵をアナモルフォーシス（ゆがんだ絵）といい、レオナルド・ダ・ビンチも描いたことのある絵です。

これは、円筒形の鏡から距離がある絵の部分ほど小さくうつるからです。絵がゆがまないようにするには、映った時、ゆがむ分だけあらかじめ変形させておけばいいのです。

7. モンシロチョウは紫外線を見る？

ミツバチやモンシロチョウは紫外線を見ることが出来ます。下の写真は、オスとメスのモンシロチョウをブラックライトで照らしデジタルカメラで撮影したのですが、りん粉が紫外線を吸収するオスは黒く写っていますが、反射するメスは、白く写っています。モンシロチョウは、こうして、オスとメスを見分けています。実は、人間のそれを応用した偽札発見などに役立っています。身の回りで蛍光塗料を使ったものを探してみてください。

さい。意外なところに使われています。

おわりに

このようにして見て来ると、私たちの周りには、まだまだ不思議なことがいっぱいあります。このまだ知られていないことの中に、問題解決の鍵が隠されているといえるのではないのでしょうか。今回は、「飛ぶ」ということと「光」についてその不思議に触れてみました。自然を見直し、その自然から学ぶ機会になれば幸いです。

最後の、イギリスの著名な医者ハーベイの言葉「自然は一卷の書物であり、神がその著者である」との言葉を紹介して終わります。

この事業を通しての成果としては次のことが挙げられる。

- ① 高校生の多くが、科学への興味関心を失っていないことを確認できたこと。
- ② 将来、教師として、科学の楽しさを伝えたいと考える子が起きて来たこと。

また、課題としては次のことが挙げられる。

- ① 一発勝負的な事業のため科学的な興味関心をフォローできないこと。
継続的指導が困難なことである。
このため、科学的リテラシーの深まりが望みにくいことである。
- ② 受験学生の単なる進学先のランク付けの機会になってしまいがちなこと。

仮説2 保護者に科学実験の楽しさを体験していただけたら、日々の接触の中で、こどもたちの科学的リテラシー育成につながるのではないかな

この仮説の検証のために、以下の研修会を実施した。

北陸学院小学校保護者会 2008. 6. 17

キリスト教幼稚園保護者会 2008. 9. 18

作成したテキストは次の通りである。

聖書に学ぶ五感を磨く自然体験と親子の対話

はじめに ― 空の鳥・野の花を見なさい ― マタ

イ6:25~34

わたしたちは、子どもを与えていただいたとき、大きな感謝と喜びを感じました。しかし時を経るに従って、子どもたちを自分の所有物、または専有物のように扱ってしまいがちです。しかし、それぞれの子どもたちには、それぞれの、使命があり、そのための能力があります。私たちは、親として保護者として、その能力を見つけ、適切に指導し、伸ばす責任があります。

子どもたちが、その本当の姿を見せてくれるのは、遊びの中ですし、学んで成長するのも遊びの中です。その意味で、どのような遊びの環境を提供するかによって、子どもの成長に大きな違いが生まれます。

そのようなことを考えて、本日は遊びの中で、子どもの五感を磨き、その中で親子の対話を通して、どのように子どもの能力を見つけ伸ばしたらよいかということを考えていきたいと思えます。

1. 台所は親子の対話の生まれる場

― 身近な素材「キンジソウ」を使ったおもしろ実験あそびから ―

(1) キンジソウの色変わり遊び ― 何が混ざるかで変わる心の色 ―

台所は、お母さんの仕事場ですが、同時に、幼い子どもたちとの対話の場所でもあります。使い捨てのキンジソウの汁を使って子どもたちのおもしろ実験にチャレンジしてみてください。アイスクャンデー製造器を使って色水遊びをするのも面白いのではないのでしょうか。倒れにくいので観察には最適です。また、その中に、重曹を入れてみましょう。鮮やかな色の変化に驚くことでしょう。さらに、食酢を入れてみると、まったく違った色に変化します。

このとき大切なことは、色が変わる瞬間をみせることです。説明するのではなく事実を自分の目で捉えることが、自ら学びを進める第一歩です。そして、つぎに、子ども自身にやらせてみることです。子どもは、興味を持ったことは、自分でやってみたくなるものなのですから・・・。

この興味関心は、原因追求に向けるよりは、他の紫色の汁も同じに変化するかという方向に広げることが大切です。ぶどうの液やナスの汁などです。外に出て朝顔の花びらの汁ではどうでしょうか。このように体験を広める方向での対話が大切です。そして、特にここでは、視覚を働かせ、色の変化に気づくことが肝要です。



(2) “キンジソウ噴水遊び” — 見えなくてもあるものの力 —

キンジソウの汁は、澄んだ紫色をしています。すぐに捨てるのはもったいない気がします。そこで、これを噴水にするととてもきれいな噴水装置ができます。ペットボトルで永久噴水作りにチャレンジしてみましょう。ふたの接続部分を補強すると長く持ちます。接続部には、一工夫入りますが、うまくできると子どもたちが繰り返し遊ぶことができます。この繰り返し遊ぶことが、経験に裏打ちされた確かな知恵を身につけることにつながるのです。そして、実は、この噴水を押し上げる力は、下のペットボトルの中にある空気から出ているのです。しかし、水が重力に反して上に昇り噴水になるとは空気の力も相当なものですね。その意味では、視覚は、ただ見るだけでなく、見たことを元に考え推理する糸口にもなるのです。



(3) キンジソウ汁で電気を起こそう — 違いでおきる電気 —

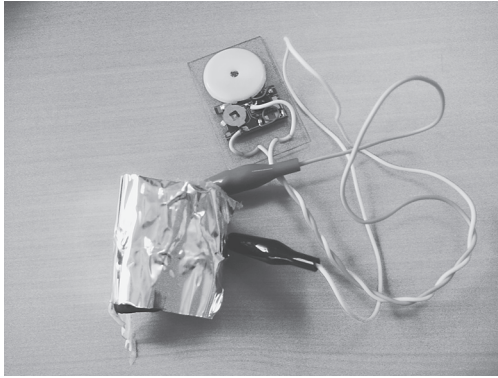
キンジソウの汁に、銅と亜鉛の極板を入れてみましょう。電気が起こるのでしょうか。メロデー IC を使って試してみましょう。少し良くなるよう白い粉（実は食塩）を入れてみましょう。これもいろいろなものにつなげて電気が起こることを確かめてみることです。果物や野菜などいろいろやってみると面白いと思います。その時注意することは、配線ですが、メロデー IC のプラス、マイナスを確かめておくことです。ここで、大切なことは、電気を起こすもとの力は電極である金属の違いにあることに築くことが大切です。もちろんそれをつなぐ液の種類によっても流れる電流の量はちがいますが・・・。



(4) 備長炭とアルミ箔、キッチンタオルを使って電池を作ろう — 多様なものの見方 —

台所にある物で電気を起こすことにチャレンジしましょう。上にあげたもので、強い電池を作ってみましょう。キッチンタオルを塩水で湿らせておくことがポイントです。また、導線は、アルミ

ホイルの一部と備長炭の一部につないでおきます。このような身の回りのものからも電気が起こせるということを体験しておくことが、後々の身の回りのもので工夫して実験する姿勢を育てることにつながります。このような多様なものの見方が応用力につながります。

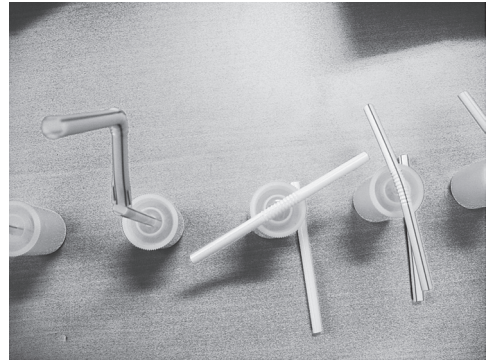


(5) ストロー笛で遊ぼう ― 音をつくるために手と耳を働かせること ―

ストローは、簡単に手に入る台所の材料です。これを適当に1箇所切り目を入れ、その切り口の両サイドをホッチキスでとめて、楊枝が通るほどの穴を開けます。角度を調節して音を出してみましょう。これは、つくる場面と遊ぶ場面での工夫ができます。また、触覚、聴覚を連動して遊べるのも良い興味付けになります。またこれは、いろいろな楽器作りにも応用できます。

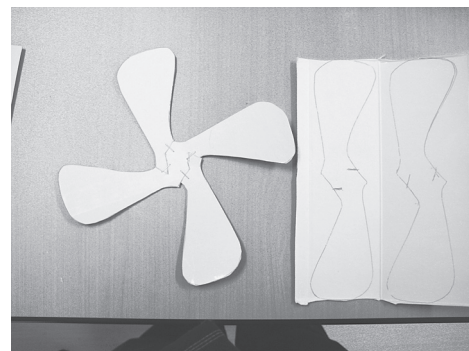
(6) ストロー鬼ごっこで遊ぼう ― 素材を替え、視点を変えてみること ―

これは、ストローにできる静電気を利用した簡単な実験装置です。フィルムケースに楊枝の支柱を立て、蛇腹ストローの蛇腹部分を真ん中にして、左右同じ長さに切つてのせます。切り取ったストローを布やティッシュペーパーでこすって近づけると逃げたり追いかけてたりしてきます。いろいろなものでこすってためてみると何かが見えてきます。視覚、触覚を働かせて楽しんでみてください。



(7) 牛乳パックブーメランを飛ばそう ― 身近な素材の準備が大事 ―

牛乳パックは、丈夫な素材なので、いろいろなことに応用できます。このブーメランづくりでは、型紙を利用します。2枚の羽を組み合わせますが、このとき、真ん中での組み合わせがポイントです。また回転を確かめてからやるのが大切です。羽を縦にして飛ばすことも大切なポイントになります。



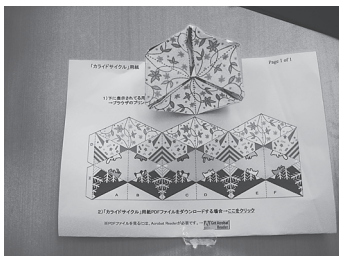
(8) 牛乳パック {「人生裏表」} を作ってチャレンジしよう ― つくる順番が大切 ―

立方体を牛乳パックの側面を切り取って作ります。上底と下底を取ります。その形を切ったり、破いたりしないで裏表逆にすることができるといいでしょう。なかなか難しいのですが、折り目正しくやるとそれが簡単に可能になります。チャレンジしてみてください。



6)

(9) カライドサイクルづくりにチャレンジしよう
— 折り目正しさが美しい人生をつくる —
いろいろな形を作り、規則正しくすると、面白い形が生まれてきます。これに、絵を加えると、立体変化します。挑戦してみてください。これもきちんと切ることときちんと折ることがポイントです。



2. お風呂場は、親子の対話の生まれる場
— 水遊びを通して生まれる対話 —

(1) 「いないいないばー」で遊ぼう — 心に罪が入ると神が見えなくなります —

これは、光が空気と水の境目で屈折することを利用した遊びです。2個の透明なコップを用意し、一方のコップに油性ペンでお母さんの似顔絵を書き、上にかぶせるコップのそこに指でふさげる程度の穴を開けます。指で穴を押さえてゆっくり沈めると、あら不思議、お母さんの顔が消えてしまいます。いないいないばーと行って指を離すと、ずっと顔が現れます。これは、上から見るようにするのがポイントです。

(2) シャボン玉で遊ぼう — 何が高い%を占めるかで心が決まります —

シャボン玉遊びは、子どもの遊びの定番ですが、自宅で作るとあまりうまく作れないものです。液の作り方が問題ですし、小さいお子さんの場合は、吸い込んでしまう心配もあります。そこで、失敗のない駅の作り方と、吸い込まない方法を工夫しましょう。液は、界面活性剤 40 パーセント以上の洗剤 1 に対して、洗濯用のり（ゴーセノール）を 4、水を 5 の割合で混ぜ手作ってみてください。きっと割れにくいシャボン玉ができます。また、吸い込まないためには、モールで形を作って吹かせて飛ばしたり、振って飛ばしたりすると良いでしょう。お風呂の中でするときは、滑らないように気をつけてやってください。



2)

おわりに — 天の国はこのような者たちのものである — マタイ 19:14

イエス様は、子どもたちがご自分に近づくのを制止しようとした弟子たちに、そうしないように命じました。それは、イエス様が子どもたち素直な行動、純粋な信仰を何よりのものとされたから

です。自然の事象から生まれる驚きや分かる喜びは、親も子も素直な童心に返してくれます。その意味で、「幼子のごとくならずば神の国に入ることあたわず」とのお言葉をもう一度心に留めさせていただきながら子どもに接していけたらと思います。

この活動には、約80名ほどの保護者の方々が参加された。

この活動の成果としては、次のようなことが挙げられる。

- ① 多くの保護者の方々がさまざまな実験やものづくりに参加し、その楽しさに触れたこと。
- ② 身近な素材を使っていろいろな科学遊びができることを知ったこと
- ③ 共同で実験する楽しさを味わえたことなどである。

また、課題として挙げられることは、

- ① 発展的な実験の時間をとることができなかった
- ② ものづくりに時間をとることがあまりできなかったこと

である。

仮説3 指導者が科学実験の楽しさを実感していたら授業の中で取り入れ子どもたちに実験の楽しさを伝えられるのではないか

この仮説の検証のために2つの入り口から探ってみることにした。

一つは、本年度、本学の所在地である金沢市が学力向上・指導力向上のための3つの拠点校を設置し、そのうち2校から学力向上・評価委員の依頼を受けた。その指導の機会を通して、科学的リテラシーの向上を目指した指導を心がけてきた。

二つ目は、本学で実施しているものづくり教室の運営を通して、将来教員を目指す学生の中から、理科に主力を置く科学的リテラシーの向上をめざす指導者を育てられるよう努めてきた。

具体的な活動

金沢市立明成小学校

2008. 9. 25

3年I教諭 日なたと日かげをくらべよう

4年A教諭 もののかさと力

4年M教諭 もののかさと力

2008. 10. 30

5年K教諭 生命の誕生

5年J教諭 流れる水の働き

6年F教諭 大地のつくりと変化

6年B教諭 大地のつくりと変化

3) 4)

金沢市立西南部小学校

2008. 10. 20

6年T教諭 大地のつくりと働き

2008. 11. 11

4年B教諭 もののあたたまり方

5年Y教諭 てこの働き

理科の学力向上を目指すには、児童の興味関心を喚起することが一番である。その視点から、既習や生活経験を生かし、問題解決の能力を伸ばす指導を心がけてきた。

比較し。関係付け、原因と結果を結びつけ、推論して自分たちで問題解決する喜びを見つけさせる配慮をしてきた。

その成果としては、

- ① 理科を得意としていない先生方の中に、興味を持って教材作りに励む先生が出てきたこと。
- ② 子どもたちの中に、自ら問題を見つけ、解決しようとする姿が生まれてきたこと

である。

また、課題としては、

- ① 児童の意識にそう困難さである。高学年になるほど、複雑な考え方をするときがある。こんな場合のうまく交通整理をしながら結論に持っていくことは至難なことである。

仮説4 他の諸団体との連携の中で、科学的リテラシーを育成し、向上させることができるのではないか。

このことの検証には、筆者の前任の金沢子ども科学財団の協力をいただいた。

具体的には、本学学生を財団運営の金沢広さか子ども科学スタジオに派遣することである。

またいま一つは北陸学院サテライト館を活用することである。

具体的活動

毎週土曜日に実施されている広坂科学スタジオは県下の小中高の理科に堪能な先生方が、子どもたちの指導に関わっていただいている事業である

サテライト館では11月26日に「親子おもしろサイエンスで遊ぼう」という事業を実施した。

成果と課題

- ① この成果は、参加した学生がいろいろなおもしろ実験を経験できたことである。日替わりでこられる先生方の得意な実験を吸収できたこと
 - ② 科学スタジオからもスタッフとして認めていただいたこと
- である。課題としては、
- ① 継続参加の学生が少なかったことがあげられる。良い機会であったが、継続して参加することが望ましい。

仮説5 子ども 保護者 教師 地域が有機的につながり、子どもたちや学生に働き掛けていけば、科学的リテラシーの育成向上につながるシステムが構築できるのではないかと

本稿で述べてきた仮説1から4・5について具体的な成果として以下のことが挙げられる。

- ① 本学で週日昼食時に開催しているエコおもしろ科学実験教室に参加する児童の数が一日1名から1日当たり40名を超えてきていること
- ② 参加児童の学年の幅が着実に広がっていること（小1から中学生まで）
- ③ 本学の将来教師を目指す学生の参加者が着実に増えていること（幼保小）
- ④ 幼、保、小の現場からの派遣の要請を受け入れられるようになってきたこと
- ⑤ 保護者の中から化学実験教室への参加を勧

め、応援してくれる方々がでてきたこと。

課題として挙げられることは

- ① 科学的リテラシーの育成・深まりには、継続的な指導が不可欠であるが、時間的制約からそれが困難なこと。
- ② また科学的リテラシーの育成には子どもを取り巻く環境づくりが必要であるが不十分であったこと

である。

まとめ

本稿では、日本の子どもたちの科学的リテラシーの向上を目指すための視点を示し、またその視点での試行的な取り組みについて述べてきた。その結果子どもを取り巻く環境づくりをすれば、確実に子どもたちの興味関心は高まるし、科学的リテラシーの向上が期待できることが明確になってきた。

今後は、それぞれが確実にその役割を果たす努力が必要となる。そのためには、それぞれの役割を明確にし、有機的につながりながら取り組んでいくことが大切である。その理論的中核を担うのが大学であり、そのための人材育成が大学に課せられたつとめである。

本研究は緒についたばかりである。今後更に課題の解決に向け努めたい。

<引用・参考文献>

- 1) 文部科学省「小学校理科・中学校理科・高等学校理科指導資料」
<http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku/siryo/05071301/001.pdf> (2008/12/15 アクセス)
- 2) 左巻健男, 内村浩編著『おもしろ実験・ものづくり完全マニュアル』東京書籍 2002
- 3) 日本理科教育学会編『理科の教育』東洋館出版社 2008年9,10,11月号
- 4) 石川県理科協会編『理科の学習 3年』2004 p25-29
石川県理科協会編『理科の学習 4年』2004 p38-43
石川県理科協会編『理科の学習 5年』2004 p40-47
石川県理科協会編『理科の学習 6年』2004 p44-55
- 5) 松村浩一著『「いないいないばあ」で遊ぼう』『Rikatan: 理科の探検』星の環会 第2巻1号 (2008.1) p20-21
- 6) NGKサイエンスサイト「2003年6月号／曲面の鏡で鑑賞する絵」
<<http://www.ngk.co.jp/site/no70/content.htm>> (2008/12/15 アクセス)