

## 研究論文

## 小学校理科の授業の向上に関する研究 ③

—指導内容, 方法の工夫・改善—

田島 与久

(2012年12月26日受稿)

**抄録:** 現在の小学校理科教育の課題は、小学校教員(理科)の養成と理科授業を支える環境の充実及び、指導内容や教員の資質の向上を含めた指導方法の工夫改善の三点である。

本稿は、小学校理科の授業について、その指導内容と方法の改善を、大学の授業を通して考察し、提案の一例を示したものである。

これからの理科の授業では、実感を伴った理解をより深めるために、知的好奇心を高める工夫や、科学の楽しさ・有用感を感じ取る授業を工夫することが重要であると考えられる。

## I. はじめに

理科離れやPISAの調査結果の凋落などを背景として、今回の学習指導要領改訂の改善事項の一つに「理数教育の充実」が挙げられ、理科の指導内容と指導時数が増加した。これに伴って、理科備品費や消耗品費も手厚くなった。これを理科にとっての「追い風」と見ることもできるが、教員養成を行う大学の授業改善をはじめとして、小学校における理科を指導する教員の努力、特に、小学校理科の目標、内容についての深い理解に基づく指導内容の吟味や指導方法の工夫が急務である。

## II. 小学校理科教育の問題点・改善点を探る

### 1 小学校理科教育実態調査と理科の目標の改訂より

平成20年度小学校理科教育実態調査(科学技術振興機構, 国立教育政策研究所)の調査結果<sup>1)</sup>によると、小学校の教職5年未満の若手教師が、理科全般の指導を「やや苦手」が59%に達し、「苦手」も4%であった。本道においても同様の状況であることが分かっている<sup>2)</sup>。

今回改訂の小学校理科の目標に、「実感を伴った理解」<sup>3)</sup>が新たに加わった。観察、実験を重視し、また見通しをもって観察、実験が主体的に行われるよう、さらに子ども自身の問題解決による「確かな理解」「深い理解」が求められている。

### 2 最近の日本理科教育学会からの提案より

日本理科教育学会の機関誌である「理科の教育」では、「小学校理科教員の養成と研修のあり方を考える」をテーマに特集を組み、小学校の理科教育を充実させるための抜本的な対応策について提案している<sup>4)</sup>。

21世紀に入り、国際社会のグローバル化、知識基盤社会化が一層進む中、経済力や技術力の基盤をなすのが理科教育であるという認識を強めて、今回の学習指導要領の改訂の改善事項の一つに「理数教育の充実」が挙げられ、理科の指導内容と指導時数が増加した。

しかしながら、小学校では、前述の調査結果にもあるように、理科の指導を苦手とする教師が年々増える傾向が見られるとともに、理科を学校研究に位置付けて取り組む学校も少なくなっており、充実とはややもすると逆行している状況も見

られる。

その要因として、一つは、若い世代に属する教師自身の自然体験不足。二つに、教員養成の問題である。三つとして、これまで各都道府県の教育センターなどで行われていた理科の専門研修や理科指導に必要な実技研修、特に観察、実験の機会なども大幅に減少していることがある。

この特集の中では、主に教員養成の現状を見つめ、その改善策についての提案が中心となっている。特に、大学自体の教員養成及び教職のカリキュラムや必修単位数の問題に加えて、観察や実験の履修の割合、さらには子ども自身が発見する喜びや探究する心など、人間形成を考える理科などが議論されている。

### Ⅲ. 小学校理科の授業改善

筆者は、学校教員の現職時に大学院で理科教育を学び、そのことを学校現場で反映させながら理科の授業改善に努めてきた。また、教育行政に身を置いて、日本国が進める理科教育の理解と周知に力を尽くした。さらにその後、理科室の整備や理科支援員・授業補助員などのサポート体制の確立等について、学校の管理職として実践してきた。

此の度、教員養成の大学に勤務し、理科教育の担当になったことを機会に、前述の調査と機関誌での提案を踏まえ、次の観点から論考を進めていくことにした。

小学校理科指導の改善充実で、大きく柱として考えていきたいのは次の三点であり、①、②は前々回<sup>5)</sup>及び前回<sup>6)</sup>の拙稿で示した。またそのすぐ下に、その論文で示したポイントを記述した。

#### ① 小学校教員（理科）の養成

＜指導者としての心の養成＞

- ・養成のためのカリキュラムの在り方
- ・養成のための大学の授業の改善充実

＜基礎科目＞	＜教職専門＞	教育実習
教職原論 資質について考える。	理科概論・教育法 資質の基礎を 獲得する。	教職実践演習 資質を見直し課 題を焦点化する。
	⇒	⇒

#### ② 理科授業を支える環境の充実

＜指導の効果を高める工夫＞

- ・活用が高まる理科室や教材園 ～ 指導の効果を高める工夫：備品配置図や管理・活用
- ・観察、実験器具の整備と活用 ～ 理科備品の整備と観察、実験に関する校内研修

#### ③ 指導内容・方法の工夫、授業の工夫・授業力の向上

＜人間形成を考える理科＞

○指導内容・方法の工夫～大学の授業を通して

- ・知的好奇心を高める工夫
- ・科学の楽しさ・有用感の感得

○授業の工夫・授業力の向上

- ・理科支援員の有効活用
- ・授業力の向上～校内外の研修の充実

本稿では、前述した「座談会」にも取り上げられている「人間形成を考える理科」を標榜し、また、理科改訂の趣旨にもある、「児童が関心や意欲を持って対象とかかわれる」ようにするにはどのようにすればよいか。また、「理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせる」ことを重視するために、小学校理科における「指導内容の工夫～知的好奇心を高める工夫、科学の楽しさ・有用感の感得」について、大学の授業を通して考えていく。さらには、授業の工夫・授業力の向上について、筆者が実際に行ってきた、また今後の望ましい工夫などについて述べることにする。

#### 1 指導内容・方法の工夫～大学の授業を通して

理科の授業では、教員・指導者自身が喜びと感動をもって、観察、実験に当たるとともに、子どもたちが、工夫された観察、実験を通して、知的好奇心や科学の不思議さ、巧妙さ・有用性などを感得することが大切と考える。

そのため、大学の授業では教員養成の時期から、大学生自らがそういう体験を味わい、将来教壇に立った時の子どもの「なぜ」「どうして」「へー」「なるほどー」を、引き出す指導技術や手立てを学ばせたい。

##### (1) 知的好奇心を高める工夫

教具の持っている意味を理解させ、教具を手作りする中で、その意味や成りたち、楽しさや印象深さ、実験の拡がり等を学ばせる<sup>7)</sup>。また、観察の視点を多方面から行い、「生命の素晴らしさや維持機能」をより深く捉えさせたい。

① 手作りてんびん (6年生)

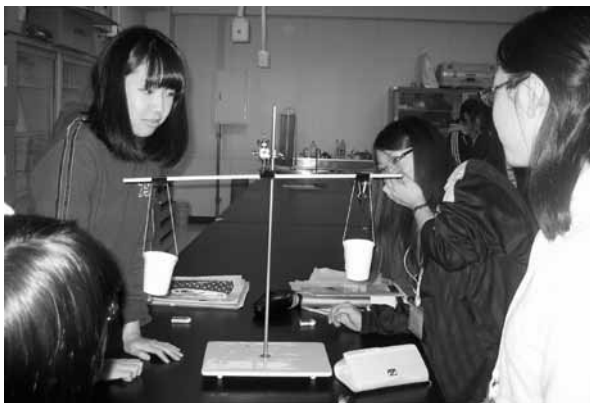
○理科概論の授業計画 (シラバス) 8時間目

「見通しをもって観察、実験を行うことと、問題解決の能力を育てることとは？またその授業とは？」理科の目標についての詳しい解説その2. 疑問をもったり予想をするなど、見通しをもった観察や実験を行う意義について解説するとともに、そうした進め方が、問題解決的な学習であり、興味関心を高めるばかりでなく、日常の事象を考えていく上でも有効であることを、事例に基づき解説する (パワーポイントによる)。

実験例 てこの規則性 6年生

○授業 (実験) の工夫

鉄製スタンドにダブルクリップ、角材またはあさがおの支柱で「てんびん」を作る<sup>8)</sup>。まず最初に支点を見つける。その中で、「釣り合い」を学ぶ。次に、糸付き紙コップを両側にぶら下げて、「釣り合い」を確かめる。支点からの距離が等しいことを定規で測って確認する。更に、10gのおもりを両方の紙コップに入れ、釣り合うことを再確認する。次に、片方のおもりを二倍 (20g) にした時の、釣り合わせるための紙コップの位置を予想し、移動させて、支点からの距離を測り、規則性に気付く。一般的な学習の流れは、てんびんの手(横



「どう？釣り合っている？」

棒) に、おもりをぶら下げる穴が開いている道具 (てこ実験器) を用いて、支点からの距離と重さの関係が、教師主導で“気付かされる”。これでは、「なぜ？」も「えーっ」も期待できない。

てんびんづくりを通して「釣り合い」に気付かせ、次に、片側におもり、もう一方は手 (指) ごとたえで力を感じさせるなど、様々な試行を行う。重さと支点からの距離の関係 (規則性) や力のモーメント (科学的な概念の形成) について、教具づくりを通して学ばせた。

② メダカの観察

○理科概論の授業計画 (シラバス) 4時間目

「幼稚園と小学校及び中学校での学習のつながりを知り、内容を概観しよう。」幼稚園の領域「環境」及び小学校1, 2年生活科と3年生からの理科との関連、また小学校理科と中学校理科の内容を概観して、内容のつながりや系統性について解説する。学生が、高校で学習した、物理、化学、生物、地学の分け方、中学校の第一分野、第二分野の区別などにも触れ、エネルギー・粒子という内容の柱と生命・地球という柱について解説する。

実験例 メダカの観察 5年生

○授業の工夫

小学校5年生の「動物の誕生」では、メダカを教材生物として、その成体の観察 (雌雄の違い) と卵の観察、産卵と発生 (孵化) の様子の観察、さらに、メダカの餌である、水中の小さな生き物



メダカの尾びれの血流観察

(プランクトン)の観察などを、顕微鏡や双眼実体顕微鏡の使い方を兼ねて学習することになっている<sup>9)</sup>。

この学習の内容に、中学校で学習することになっている「尾びれの血流の観察」<sup>10)</sup>を導入した。意図は、卵の時の拍動と血流との関わりであり、最も掴んで欲しい科学的な概念は、「血液の動き＝生命の維持」である。水中の微生物を餌にしながらも、生命を維持・保持させるための営みや仕組みを、生態や卵の観察に併せて行うことの意義を強く認識させたいからである<sup>11)</sup>。

百円ショップで簡単に手に入る「チャック付きビニル袋」に、少量の水とともにメダカを入れ、短時間で尾びれの血流を観察する。二人ペアで協力して行う作業は、集中度が高まるようである。

## (2) 科学の楽しさや有用感の感得

理科の授業は、新しい発見があったり、またそのことが、何気ない日常生活と関連していたりすることで驚くことも多いものであり、小学生なら尚更のことであろう。観察、実験を通して、巧妙さや不思議さを感じたり、生活に役立っていたりすること知って、さらに興味・関心が高まることを期待したい。

### ① 発電と電気の利用

#### ○理科概論の授業計画(シラバス)9時間目

「科学的な見方や考え方を養うこととはどんなことか?またそのための授業とは?」3時間目の授業との関連で、「科学」ということについて考えさせる。受講生の感想・意見のレポートを活用して、科学が人間にもたらしたもので、生活に役立っていること、また有害になっているものなどについて言及する。その上で、科学的な見方や考え方について解説するとともに、そうした力を養うための学習について考えさせる。

**実験例** 電気の利用 手回し発電機 6年生〈宿題〉7, 8, 9時間目の授業から、理科の目標について、特に大事だと考える項を選び、その理由について200字にまとめ、次週に提出させる。

### ○授業の工夫

今回、目標の改訂で新たに加わったのが、「実感を伴った理解」である。自らの諸感覚を働かせて実際に観察、実験を行い、さらに、観察、実験によって学んだことが、実際の自然や生活の中で成り立っていたり、役立てられていることを知るこの大切さを学習する。これについては、新教材である「手回し発電機」<sup>8)</sup>を「科学的な見方や考え方」の育成の授業で扱った。



「すごく長く点いてるね。電球の5倍だね。」

手回し発電機による「発電」を体感したあと、手回しの回数や勢いと電球の明るさ、また、豆電球をLEDに替えたときの明るさの比較を行った。コンデンサーに蓄電したときの、豆電球とLEDとの比較では、テレビ等のコマーシャルが身近であり、電池の寿命や節電との関わりを交流していたのが、印象的であった<sup>12)</sup>。

電気に関する内容は、「エネルギー」という科学の基本的な見方や概念の中の「エネルギーの変換と保存」についての学習を、3年生から6年生までの4年間に亘って切れ目なく行える利点がある。学習内容について、系統や機能の拡がり重視した「実験」(電気の通り道⇒電気の働き⇒電気の利用)を行うことにより、科学的な見方や概念が学年発達段階に応じてスムーズに身に付けられるようにしていることを学ぶ。

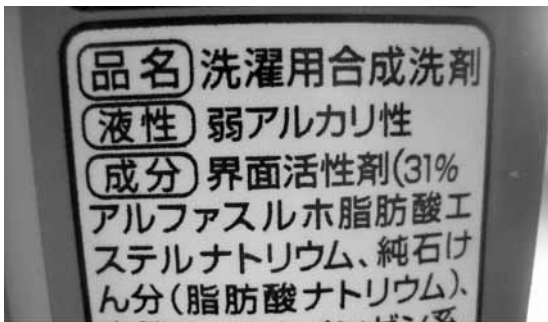
② 水溶液の性質

○理科概論の授業計画（シラバス）6時間目

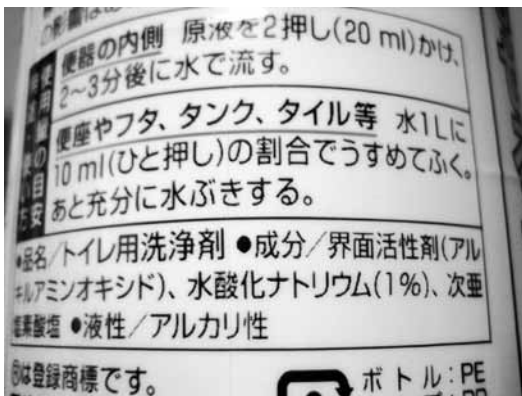
「これまでの理科教育とこれからの理科教育」 受講生が小学校時代に学んできた理科と、これから、21世紀をたくましく生きていく子どもに指導していく理科との違いについて、以前の理科の重点と、今回示された理科の改訂の趣旨や改善点とを比較しながら分かり易く解説する。生活関連や有用性の実感としてムラサキキャベツの汁や家庭用洗剤を使用する。[実験例] 水溶液の性質 6年生<感想・意見 200字レポート>

○授業の工夫

小学生にとって、到底身近には思えない「塩酸」や「水酸化ナトリウム」を、どう“身近”に感じさせるかを考えた。6年生の学習で、終盤に応用・発展として生活との関連で扱う「洗剤」を単元の導入に持ってくる。洗濯用洗剤やトイレ用洗剤のラベルを自宅で実際に見て、デジカメでの写真などを発表交流させる。ラベルには、中身の成分に加えて酸性・アルカリ性の表示も有り、格好の



洗濯用洗剤の液性や成分のラベル



トイレ用洗剤の液性や成分のラベル

教材である。台所用洗剤は、中性が一般的だが、「手にやさしい“弱酸性”」のも有り、人間の体の性質（成分）や、皮膚の汚れ、尿や汚物の成分を「中和」するための、「洗剤」であることに気付かせる。

指示薬には、リトマス紙に加えて、ムラサキキャベツの煮汁を使用する。BTB溶液や万能試験紙等の例も教科書に示されている<sup>8)</sup>が、サラダの材料として身近なムラサキキャベツの葉を、「細かく切って⇒煮たてて⇒煮汁をろ過する」を実際に行う。それを使用して、基本的な酸性、アルカリ性の水溶液である塩酸や水酸化ナトリウムに加え



ムラサキキャベツの煮汁を作る

て、酢（酢酸）や洗濯用洗剤（アルカリ性）、果汁などとの色の変化を比べる<sup>13)</sup>。リトマス紙は勿論、BTB溶液に比べて、<酸性←中性→アルカリ性>まで6～7色の色の変化に歓声上がる。また、温泉での泉質成分表やその他家庭にある水溶液などについて、自由研究の課題にするのも、この内容や理科と生活の関連などに関心を高めることになる。

2 授業の工夫・授業力の向上

(1) 授業の工夫

① 理科室での観察・実験の頻度向上

前回の拙稿の論文において、小学校高学年はもとより、3、4年生の理科授業を、テーブルの広い、また実験器具がふんだんにある、安全管理がゆきとどいている『理科室』で、是非行うよう訴えた。理科セットを用いた普通教室での理科授業から早く抜け出して欲しいものである。

## ② 校地内の理科環境の整備とその活用

小学校教師自らが、校地内や通学区域内の自然に詳しくなってほしいものである。学校水田や岩石園を造成した経験から述べるが、教材園や樹木の維持・管理の面白さを、多くの先生方にわかってもらうよう、特にベテラン教員や経験者が他の教職員と“共に行う”よう促したいものである。校務補さんや事務職員などとも日頃の人間関係を大切にしながら協力して充実させたいものである。

## ③ 理科支援員の有効活用

ティームティーチングによるよりきめの細かい授業、多くの子どもが目を輝かせながら「探究」

する授業のアシスタントとして生かしたい。<sup>14)</sup> また、校内環境や理科室、校地内の理科環境の整備・充実の担い手として大きく位置付けたい。勿論、観察、実験の準備や片づけ等の重要な役目もあるが、それに終始しては、宝の持ち腐れである。

## (2) 授業力の向上 (研修)

### ① 理科授業の基本的な進め方の研修

理科の学習は、問題解決的な学習であることを根底に踏まえつつ、その進め方である「探究の過程」「科学の方法」としての捉えを教員全員が共有する。

その上で、今回の目標の解説にある、各学年の問題解決能力の育成<sup>3)</sup>について研修を深める。

	各学年の問題解決能力	筆者が大学の授業で行っている内容
3年生	身近な自然の事象を比較しながら調べる。	「太陽と地面の様子」
4年生	自然の事象を働きや時間と関係付けて調べる	「電気の働き」「空気の圧縮」
5年生	変化や働きの条件に目を向けながら調べる。	「振り子」「植物の発芽」
6年生	要因や規則性、関係を推論しながら調べる。	「てんびん」「水溶液」「電気の利用」

## ② 実験・観察器具の使い方の研修

校内研修。毎年、年度初めに行う。

## ③ 授業参観、研修参加

校外研修として確実に位置付ける。全員一人一回義務付ける。

本学の小学校教諭免許取得希望学生には、そうした教材の魅力や観察、実験の楽しさを味わわせながら指導している。やがて目の前にする子ども科学への関心を高め、理科の面白さを存分に伝えられる教師になってもらいたいためである。

## おわりに

小学校の全ての先生が、理科授業の根幹であり、実感を伴った理解にするための中心である「観察、実験」を、億劫がらずに行えることが大切である。このことを踏まえ、子どもたちが理科の楽しさをより味わえるようにするために、教材をよく研究して、こどもたちの知的好奇心を高めたり、理科の教材や実験材料が日常生活に関係が深かったり、生活の便利さや有益であることを確かめながら行うなどの工夫などについて一つの提案を行った。

前々回の論文(①大学の授業の改善)<sup>5)</sup>、及び前回の論文(②理科授業を支える環境の充実)<sup>6)</sup>が、報道記者(北海道新聞 文部科学省付)の目に留まり、昨年8月に、文部科学省実施の全国学力テストの問題や学習状況調査の結果に関わる取材を受けた。その時のコメントが北海道新聞全道版に掲載されたので、資料として示す。

なお、本論文については、昨年9月30日(日)北海道教育大学釧路校で開催された「平成24年度日本理科教育学会北海道支部大会」において研究発表した内容である。

資料

資料① 2012年（平成24年）8月9日（木曜日） 北海道新聞 朝刊

文部科学省が8日発表した学習状況調査の結果によると、「理科が好き」と答えた小6は82%、中3は62%で、国語や算数・数学を「好き」と答えた割合より高かった。ただ、小6と中3の差は20%と3

# 「理科離れ」中学から

## 道内 観察・実験少ない傾向

「勉強が好き」などと答えた児童生徒の割合

	小6 (%)	中3 (%)	差(%)
理科	82	62	20
国語	63	59	4
算数・数学	65	52	13
理科	86	64	22
国語	83	71	12
算数・数学	79	65	14

	小6 (%)	中3 (%)	差(%)
理科	82	62	20
国語	63	59	4
算数・数学	65	52	13
理科	86	64	22
国語	83	71	12
算数・数学	79	65	14

して生徒の科学的な関心を伸ばしたいと教師が思っても、時間の確保が難しい」と話す。理数教育の強化を打ち出した新学習指導要領で、理科の指導内容は増えたが、同時に観察・実験の回数が増え、同時に観察・実験の充実も増えている。田島准教授は「どの内容をしっかりと教えるか、精選する力が教師に問われている」と指摘する。

学習状況調査の道内分によると、理科室で観察や実験を行った理科の授業回数について、1クラス当たり「週1回以上」と答えた小中学校は30%、中学校は47%。全国平均よりそれぞれ26%、10%低かった。道内では「月1回以上」との回答が小学校61%、中学校50%と最も多く、観察や実験の回数が少ない傾向が浮かんた。



資料② 2012年(平成24年)8月16日(木曜日) 北海道新聞 朝刊

# 小学教員「理科離れ」

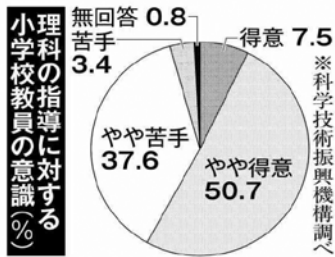
## 全国調査 指導「苦手」4割

文部科学省がこのほど、児童と近くの池へど発表した学力テスト水を取りに行き、理科の児童アンケート結果室の顕微鏡で観察させによると、小学生の8割が「理科が好き」との答え。一方、別の調査では小学校教員の4割が「理科の授業は苦手」としており、観察や実験を重視した新学習指導要領に戸惑っているのが実情だ。専門家は教える側の「理科離れ」対策こそ必要と指摘し、研修や教員養成の充実を求めている。

小学6年が対象の児童アンケートで、「理科が好き」と答えた割合は全国82%、道内83%で、国語や算数より高かった。道央の40代の教諭は、小5の単元「水中の小さな生き物」

### 観察、実験に不安感

国を対象にした科学技術振興機構の調査によると、小学校教員の41%が理科の指導について「苦手」「やや苦手」と感じており、58%は小6の授業で使う「手回し発電機」の使い方に「(やや)自信がない」と回答。新指導要領の実施で、理科の教科書の分量は37%増え、観察・実験の充実が盛り込まれたが、ある教諭は「分厚い教科



書をなぞるのに精いっぱい、観察や実験は、道内の各小学校に映像教材を見せて終わりとばかりな先生もいる」という。教員養成の課題もある。道立教育研究所付属理科教育センター(江別)は、こうした事態を重く受け止め、観察を重く受け止め、観察・実験の基礎研修を改善。3年前から順次、実験は理科教育の『命』。小学校の教科書に載っている実験など、実践は、教員養成課程で必修にした方がよい」と指摘している。

道立教育研究所付属理科教育センター(江別)は、こうした事態を重く受け止め、観察を重く受け止め、観察・実験の基礎研修を改善。3年前から順次、実験は理科教育の『命』。小学校の教科書に載っている実験など、実践は、教員養成課程で必修にした方がよい」と指摘している。



## 文 献

- 1) 科学技術振興機構・国立教育政策研究所：平成20年度小学校理科教育実態調査：2008.
- 2) 理科に関する解説実験書「新しい北海道の理科」理科教育編 2.13-16, 2012.
- 3) 文部科学省：小学校学習指導要領解説 理科編. 7-11, 東京都, 大日本図書, 2008.
- 4) 大高泉, 角屋重樹他：小学校理科教員の養成と研修の在り方を考える. 理科の教育, 697 : 4-15, 2010.
- 5) 田島与久：小学校理科の授業の向上に関する研究 —①大学の授業の改善—. 北海道文教大学論集, 12 : 31-38, 2011.
- 6) 田島与久：小学校理科の授業の向上に関する研究 —②理科授業を支える環境の充実—. 北海道文教大学論集, 13 : 63-71, 2012.
- 7) 日本理科教育学会編：理科ハンドブック これからの理科授業実践への提案. 42-45, 132-135, 東洋館, 2002.
- 8) 新しい理科 6 (小学校教科書). 124-125, 136-137, 148-155, 東京書籍, 2011.
- 9) わくわく理科 5 (小学校教科書). 20-31, 啓林館, 2011.
- 10) 未来へひろがるサイエンス 2 (中学校理科教科書). 20-21, 啓林館, 2011.
- 11) 田島与久, 稲葉耕三：ヒメダカ尾ヒレの再生実験とその生物教育への応用. 科学教育研究, 8 (1) : 1984.
- 12) 北海道新聞2011年11月28日「ほっかいどうサイエンス 身近なLED」.
- 13) わくわく理科 6 (小学校教科書). 72-75, 啓林館, 2011.
- 14) 村山哲哉, 日置光久編：小学校理科室経営ハンドブック. 438-449, 東洋館, 2011.

## A Study on the Improvement of the Class of Elementary School Science ③

— The Improvement of Teaching Contents and Teaching Methods. —

TAJIMA Tomohisa

**Abstract:** The present problems of the elementary school science education are the teacher training, the enhancement of the environment and the improvement of teaching contents and teaching methods including the improvement of teacher's nature. This paper shows an example of teaching contents and teaching methods of the science class considering through the class of the university. It is important that teachers encourage students to raise intellectual curiosity and to feel the scientific pleasure and the useful feeling, deepening the understanding with the actual feeling more for the class of science in the future.