

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：14403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24501098

研究課題名(和文) 科学言語の誤使用パターンと論述能力向上のための科学作文指導プログラムの開発・評価

研究課題名(英文) Miss-using patterns on scientific language and development and evaluation of teaching program to improve ability of scientific writing

研究代表者

廣木 義久 (HIROKI, Yoshihisa)

大阪教育大学・教育学部・教授

研究者番号：80273746

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：中学生の科学作文に見られる誤りのパターンを解明した。分析の結果、誤りは4つのパターンに分類でき、誤りの2つの傾向が認められた。多くの生徒は日常においてよく使用される用語の説明文や日常的に観察できる現象の説明文において誤って記述することが多いことが明らかとなった。また、用語の定義の厳密性についての理解が不足していること、文章を論理的に記述する能力が欠如していることも明らかとなった。理科の授業で科学作文を書かせ、誤りを訂正させる活動が求められる。また、韓国で実施されている科学作文の授業は科学をテーマとしたビジネス作文に重点が置かれており、日本の理科への導入を検討する価値のあることが分かった。

研究成果の概要(英文)：Patterns of mistakes in scientific sentences written by secondary school students were analyzed. The mistakes were grouped into 4 patterns and 2 tendencies were recognized. Many students made a mistake in the sentences explained about scientific words, which were used in daily life, and about ordinary phenomena. The students did not understand the rigorous definition of scientific words and lacked on the ability to explain logically in the sentences. To improve their ability of scientific writing, learning programs on scientific writing incorporating writing and correcting of scientific sentences should be introduced in science lessons. The lessons on scientific writing achieved in South Korea in elementary schools are focused on the sentences on business use and such lessons are worth to introduce in Japan.

研究分野：科学教育

キーワード：科学作文 科学言語 論述能力 指導プログラム 国際情報交換

1. 研究開始当初の背景

経済開発協力機構 (OECD) が 2003 年に実施した「生徒の学習到達度調査」(PISA2003) で日本の児童の読解力に関する結果が数学的リテラシー、科学的リテラシー、問題解決能力リテラシーに比べて低い順位であった。また、科学的リテラシー分野においても日本の児童の論述能力の低さが露わになった。特に、論述形式問題の無答率の高さが際立っていた。読解力や論述能力の向上は、もはや国語科だけの問題ではなく、全教科にわたって取り組むべき最重要課題である。それは、2008 年に改訂された新学習指導要領の教育方針に「言語活動の充実」が盛り込まれたことでも明らかである。

筆者は先に受けた科学研究費補助金 (平成 17～20 年度) による研究で、長年、地学分野で課題となっていた「岩石と鉱物の混同」の問題について、この問題の根本は岩石と鉱物に関する言語学習の問題であることを明らかにした (廣木・平田, 2007)。つまり、岩石と鉱物の物質としての学習はなされてきたが、岩石と鉱物という用語そのものの学習が不十分であったことが原因であることが明らかとなった。

また、筆者は、韓国研究者との共同研究により、韓国では PISA 型学力を意識した教科書編成がなされており、科学教科書に科学作文学習が取り入れられていることを明らかにし、韓国の科学作文学習を日本の理科教育に導入することについて検討する価値があることを主張した (廣木, 2011)。

日本における作文指導は、主に国語科においてなされてきたが、児童に PISA 型学力を身につけさせ、真に科学的リテラシーを獲得させようとするならば、これまでの実験・観察を主体とした理科教育に新たな科学作文学習を取り入れていく必要がある。そのためには、これまでにない科学作文指導プログラムの開発が必要である。

2. 研究の目的

(1) 科学作文における記述の誤りに関する調査と科学作文学習プログラムの開発

中学生を対象に、科学に関する説明文に見られる言語の誤使用パターンを明らかにし、科学作文学習プログラムにどのような学習内容が組み込まれる必要があるかを検討する。

(2) 韓国における科学作文学習の調査

韓国において導入された最新の科学教科書における科学作文学習の内容を精査し、実際に、科学作文学習がどのように進められているのかを現地において調査・分析する。その上で、韓国で行われている科学作文学習プログラムが日本の理科教育において導入可

能であるかどうかを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 科学作文における記述の誤りに関する調査と科学作文学習プログラムの開発

大阪教育大学附属池田中学校において、中学校理科の学習内容に関連して、科学用語や科学現象に関する説明文を中学生に記述してもらい、記述における誤りのケースを明らかにした。説明文の記述にあたって提示した課題は以下のようである。

物理分野

- 1) 浮力: 「物体 A は浮いていて物体 B は沈んでいます。どうしてこのような違いが見られるのか説明しなさい。」
- 2) レンズ: 「実像と虚像の違いを述べなさい。」

化学分野

- 1) 沸騰と蒸発: 「沸騰とはどういうことか、蒸発とはどういうことか説明しなさい。」
- 2) やかんの湯気: 「やかんで水を沸騰させる。やかんの口から少し離れた所に見える白いものは何か。なぜやかんの口から少し離れたところに見えるのか。もっと離れた所で消えるのはなぜか。」
- 3) 溶解度: 「溶液を冷やしていくと固体がでてきた。この現象を説明しなさい。」
- 4) 中和反応: 「酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜた時に起こる反応をイオンに着目して述べなさい。」

地学分野

- 1) 太陽の日周運動: 「地軸の傾きがない場合を想定して、日本、赤道上、南半球中緯度、北極点上における太陽の 1 日の動きを図示し、その動きを説明する文章を書きなさい。」
- 2) 礫岩の堆積環境: 「礫岩の礫が流紋岩・安山岩・軽石であり、角張っていた。この礫岩のできた場所を考え、理由とともに説明しなさい。」、「礫岩の礫が砂岩・泥岩・チャートであり、丸い形であった。この礫岩のできた場所を考え、理由とともに説明しなさい。」
- 3) 火成岩の組織: 「等粒状組織はどのようなものか、斑状組織はどのようなものか説明しなさい。」
- 4) 雲のでき方: 「雲のでき方を説明しなさい。」

(2) 韓国における科学作文学習の調査

ソウル教育大学付属小学校の第 4, 5, 6 学年で行われている科学作文の授業を現地視察し、授業の内容および児童が記述した科学作文を分析した。

4. 研究成果

(1) 科学作文における記述の誤りに関する調査と科学作文学習プログラムの開発

記述の誤りのケース

各課題について中学生が記述した説明文を分析したところ、以下のような誤りのケースが明らかとなった。

物理分野

- 1)浮力：(i)物体の浮き沈みを物体の密度のみで説明しており、媒質との密度の違いについて言及していないケース。(ii)密度(比重)の違いは述べているが、密度の違いと物体の浮き沈みとの関係(原理)について言及していないケース。(iii)物体の浮き沈みを重さや質量の違いによって説明しているケース。(iv)物体の浮き沈みを圧力の違いによって説明しているケース。
- 2)レンズ：ほとんどの生徒が正しい文章を記述した。

化学分野

- 1)沸騰と蒸発：ほとんどの生徒が正しい文章を記述した。
- 2)やかんの湯気：(i)やかんの湯気が蒸発する現象を蒸発ではなく拡散によって説明しているケース。
- 3)溶解度：(i)現象のみの記述にとどまり、原理・法則の説明がなされていないケース。
- 4)中和反応：ほとんどの生徒が正しい文章を記述した。

地学分野

- 1)太陽の日周運動：(i)太陽の軌跡を正しく記述するために必要な要素が不足しているケース。(ii)南半球中緯度における太陽の軌跡の記述において「北中」という用語を使用しているケース。
- 2)礫岩の堆積環境：(i)観察結果と原理とが関連づけて説明されていないケース。(ii)地層に含まれる礫の岩石名と地層そのものの岩石を混同しているケース。(iii)地層に含まれる礫をなす岩石ができた環境と地層ができた環境とを混同しているケース。(iv)火成岩と火山岩・深成岩の区別が不十分なケース。(v)現在の地形と地層が堆積した時の地形を混同しているケース。
- 3)火成岩の組織：ほとんどの生徒が正しい文章を記述した。
- 4)雲のでき方：(i)現象のみの記述にとどまり、原理・法則の説明がなされていないケース。

記述の誤りのケースの分類

上記の誤りのケースはその誤りの要因により以下の4つのパターンに分類された。

パターン1：科学的な理解が不十分なために誤った記述となっている。

パターン2：ある科学現象について素朴概念が保持されている場合、その素朴概念に基づいて説明がなされるために誤った記述となっている。

パターン3：用語の定義(厳密性)についての理解が不足しているために誤った記述となっている。

パターン4：科学文章を論理的に記述する能力が不足しているために、説明文として不十分な記述となっている。

記述の誤りの傾向

中学生が記述した誤りのケースにおいて、以下のような傾向のあることも明らかとなった。

傾向1：科学用語そのものの説明はほぼ正しく記述できるが、現象の説明においては誤りや不十分な記述が多数認められる。

傾向2：非日常的な現象や理科でしか使用されない用語については正しく記述できるが、日常的に観察できる現象や理科以外に日常でも使用される用語については誤って理解されていたり、誤って記述されたりすることが多い。

科学作文の論述能力向上のための施策

明らかとなった誤りのパターンおよび誤りの傾向から、中学生の科学作文における論述能力の向上のためにどのような施策が必要かを検討した。

科学的な理解が不十分なために起こる誤りのパターン、素朴概念に基づいて説明がなされることによる誤りのパターンについては、個々の現象・概念に関する指導法の研究・開発により改善されるべきものである。

用語の定義についての理解(厳密性)が不足しているために起こる誤りのパターン、科学文章を論理的に記述する態度が不足しているために、説明文として不十分な記述になることによる誤りのパターンについては、対象の科学用語・現象について文章を記述させ、間違いを訂正させたりする場面を設定するなどして、科学概念を言葉によって正しく理解、説明できるようにすることが求められる。

これまでに教育現場において実践されてきた実験・観察レポートの作成は、生徒の論述能力の向上に寄与する活動であるが、それとは別に、科学作文における用語使用の厳密性や科学作文における論理性を学ばせるための科学作文の時間を別途設けることが必要である。また、記述の誤りの傾向についても、上記のような学習により、改善することができるものと考えられる。

(2) 韓国における科学作文学習の調査

調査した学年、授業名および科学作文の課

題は以下のものである。

第4学年：植物の生涯（22名）

課題「急な気象異変で春に気温が低い日が続く、植物が芽生えなくなりました。芽生えるためにはどうすればよいか、学んだ内容をもとにして科学的な作文を書きましょう。また、簡単な絵と文で説明しましょう。」

第5学年：溶解と溶液（21名）

課題「実験レポート：(i)この実験は何を知るための実験ですか？(ii)この実験の準備物には何が必要ですか？(iii)濃い溶液ではブチトマトがどうなりますか？(iv)実験設計：2つのビーカーの水の量はどちらですか？2つのビーカーに入れる砂糖の量はどちらですか？使用するブチトマトの数はどちらですか？(v)実験結果と皆さんが実験する前に考えたことは合っていますか？」

課題「(i)誰でも浮くプールをピーアールしよう。死海のように誰でも浮くプールを皆さんが作りました。どんな特徴を持っていますか？(ii)皆さんが作ったプールの特徴を考えて、プールをピーアールする文章を書いてみましょう。」

第6学年：レンズの利用（29名）

課題「レンズは我々の生活の中で使われています。科学だけでなく、軍隊でも、趣味でも利用されています。また、我々の生活の色々な所で使われており、豊かで便利な生活ができるようになっています。先生が見せる資料をよく見て、次の条件を満たす文を書いてください。最初にレンズが使用される例について書いてください。次に、凸レンズと凹レンズについて説明してください。3つ目に、レンズを利用し、発展させた未来社会にはどんな世界が広がるか想像して書いてください。そして、最後の文書は、普段よく接しない友達の姿を凸レンズのように細かく観察して、その友達の長所と行動を褒めてみましょう。」

韓国の科学教育で扱われている科学作文は2つのタイプに分けられる。一つは実験・観察レポートのような“科学作文”，もう一つは科学をテーマとした“ビジネス作文”である。今回の視察調査した小学校では、科学をテーマとした“ビジネス作文”に重点を置いた授業が展開されていた。

韓国で行われている科学作文学習は、OECDのPISA調査で求められている能力の育成を意識してなされていることが分かった。日本においては新学習指導要領において言語活動の充実が強調されているが、科学作文学習の導入にまでは至っていない。日本の理科教育においても科学作文学習の導入が検討される時期に来ており、科学用語・現象を説

明する科学作文の作成能力および韓国で行われている科学をテーマとした“ビジネス作文”の作成能力を育成する授業の導入について検討する価値が十分にあると考えられる。

<引用文献>

廣木義久・平田豊誠，中学生の岩石・鉱物の概念理解-用語の構造理解と物質の構造理解の視点から-，地学教育，60，43-51．（2007）

廣木義久，日本の理科教育の言語活動における課題-韓国との比較を含めて-，実践学校教育研究，no.14，70-78．（2012）

5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計3件)

廣木義久・藤井宏明，大学生と中学生の太陽の日周運動に関する理解度と文章記述能力，日本地学教育学会第68回全国大会，酪農学園大学．（2014）

廣木義久，教員養成学部生の地層・岩石に関する誤記述の例：学生の野外実習レポートから，日本地質学会第120年学術大会，東北大学，（2013）

廣木義久，教員養成学部生の地質事象に関する誤記述の例：学生の野外実習レポートから，日本地学教育学会第66回全国大会，岩手大学，（2012）

6．研究組織

(1)研究代表者

廣木 義久 (HIROKI Yoshihisa)
大阪教育大学・教育学部・教授
研究者番号：80273746

(2)研究分担者

裴 光雄 (BAE Kwang Woong)
大阪教育大学・教育学部・教授
研究者番号：60263357