

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：34314

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K04462

研究課題名(和文)理科授業に作問指導を導入した時の学習評価のための実用的ルーブリックの開発・検証

研究課題名(英文) Development and verification of a practical rubric for learning assessment when introducing problems created by learners in a science class

研究代表者

平田 豊誠 (HIRATA, Toyosei)

佛教大学・教育学部・准教授

研究者番号：90733270

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：小学校理科授業や中学校理科授業において学習者による作問を導入した授業を行った。作成する問題は、ある場面を設定し、それを解決していくための方法を答える形式のものとした。学習者が作成した問題を評価するためのルーブリックを開発し、学習評価としての可能性の検討を行った。その結果、開発したルーブリックには学習評価の一手法としての可能性を得た。

研究成果の概要(英文)： Conducted classes that introduced problems created by learners in elementary school science classes and junior high school science classes. Developed a rubric to evaluate problems created by learners, and examined its possibility as a learning assessment. As a result, confirmed that it's possible to use the developed rubric as a method of learning assessment.

研究分野：理科教育

キーワード：ルーブリック 作問 理科 評価

1. 研究開始当初の背景

近年、基礎学力に加え、学んだ知識を実生活の様々な場面で活用する力や日常と関連付けて考える力も学力として必要とされてきている(キーコンピテンシー)。現行の学習指導要領においては、思考力・判断力・表現力等を育成、基礎的・基本的な知識及び技能の活用、言語活動を充実すること、とされている。

学校現場における評価に関しては、評価の効果は認識しているものの、評価の資料の収集・分析、教職員の間で共通理解など、時間的な面、処理的な面での負担感を感じていたり、「思考・判断」の評価が円滑に行われていないと感じている教師が多いという傾向が見られたりする状況にある(文科省, 2009)。

このようなことから、言語活動を伴い、知識や技能の活用につながり、思考力・判断力・表現力等を育成することにつながる授業が求められていた。それとともに、学校現場での評価においてより負担感の少ない効果的な授業方法や評価方法の提案が望まれていた。

筆者は、このような言語活動と知識の活用、日常生活との関連、思考力・判断力・表現力等の育成につながる作問を通した授業を実施してきていた。その中で、理科授業において、学習者自身が問題を作成し、解答も行うという授業方法を取り入れた授業(作問を通した授業)に関する学習効果について実践研究を行ってきた。作成する問題は、理科で学習した内容を単に問うものではなく、ある場面を設定し、それを解決していくための方法を答えるオープンエンド形式のものとした。このような問題を申請者は「場面解決型問題」と名づけ研究を進めていた。

作問指導を通した学習活動を理科授業(「場面解決型問題」を作問 学習者自ら作成 学習者相互に推敲 問題を解く)に取り入れていくことは、理科の学習者にとって、学習効果感をうみ、思考を行い、表現するという力を高めていくことに、有効な授業方法の1つであることの確認ができていた(平田, 松本, 2011)。その後、学習者の思考内容や思考力・表現力としての評価の可能性について、中学校理科第一分野の力学単元においても明らかにすることができた(平田, 松本, 2012)。また、中学校理科第二分野の地学領域においても実践、検証を行った(平田ら, 2015)。

国内外の研究では、科学的思考力育成に言及している研究は数多くみられる。また、評価方法についての研究も数多くなされている。しかし、本研究のベースとなっている場面解決型問題の授業プログラムのような、思考力・表現力の育成と、評価方法についての提案をひとつくりに行っている論者はほとんど見受けられなかった。今回研究対象とした授業プログラムは、授業実践において、学習者の思考力・表現力の育成と、指導者が行

う評価活動が、同時並行的に実施していくことが可能であるため、評価にかかる負担感の軽減や円滑性に有効な授業方法かつ評価方法となりうると考えられる。

また、筆者は実践研究によって作問された問題の一部ではあるが、例題として提供した(平田, 廣木(2014))。この研究をさらに進展・普及させていくためにも、理科の様々な学習単元での、評価指標となるループリックの作成を行い、妥当性・有用性の検証を行い、教育実践現場へ提供していくことが必要と考えられる。

2. 研究の目的

上述の研究により場面解決型問題の作問指導を用いた理科授業は、学習者の思考力の育成に有効であり、また指導者にとって効果的な評価手法となりうることがすでに分かっている。本研究では、場面解決型問題の授業プログラムを教育実践現場へ普及し、評価を円滑・適切に進めていくために、以下の2点を目的として設定した。

(1) 小学校・中学校の授業実践において場面解決型問題の授業で学習者によって作成された問題についてデータベース化を行う。

(2) 作成された場面解決型問題を評価するためのループリックの開発を行い、妥当性・有用性を検証する。

3. 研究の方法

(1) 作成された問題のデータベース化

1) 中学校の理科授業において、出題範囲を既習の地学領域に限定した作問授業を実施した。そこで作成された場面解決型問題 29 問についてデータベース化を行った。

2) 小学校の理科授業において作問授業を導入した。そこで作成された場面解決型問題 58 問についてデータベース化を行った。

(2) ループリックの開発と検証

小学校理科において児童が作成した問題を評価するための具体的な指標としてループリックを開発し、学習評価としての可能性を検討した。

4. 研究成果

(1) 作成された問題のデータベース化

1) 中学校の地学領域の問題 29 問をデータベース化することができた。これらのタイトルを表1に示す。表中の「単元」は単元名を示している。「項目」は主に小単元に相当するものであり、著者が問題の内容によって改めて整理し分類した。その結果として、「大地の成り立ちと変化」について9問で5つ:(1)火山,(2)地震,(3)化石,(4)地層,(5)流れる水の働き、「気象とその変化」について19問で7つ:(1)天気予測,(2)露点・湿度,(3)雲,(4)天気図,(5)フェーン現象,(6)台風,(7)その他,となった。「総合的内容」は1問であり、地学領域全体にわたる内容のものである。「タイトル」は問題の題名である。

これらから、構築した場面解決型問題データベースには次の2点の有用性が期待できる。1点目は、学習者がオープンエンド型の場面解決型問題の作成を行い易くするためのガイドとして役立つことである。2点目は、学習者がオープンエンド型の問題を解くというだけの学習活動にも利用が可能となることである。

表1 作問された問題のタイトル一覧

単元	項目	タイトル	
大地の成り立ちと変化	火山	富士山が噴火したら...	
		温泉街の住民を守れ! ケロちゃんが生き残るために	
	地震	地震を表そう! 安全を確保せよ	
		化石の生存状況 化石の種類	
	地層	身の回りの地層からその地域の歴史を調べよう	
流水のはたらき	不況を苦とせず村を守れ!!		
気象とその変化	天気予測	飛行機雲 地上からの天気予測 ソーラーカーを走らせよう 神って結構忙しい 太郎くんのピクニック 天気マジックのクネあかし	
		露点・湿度	雲をつくらう! 露点を調べよう! 洗濯物をかわかず 洗濯物を乾かそう
			雲の仲間たち 雲の授業
		天気図	風船旅行 体育祭の雨はゆるさないわっ 停電の中で
	フェーン現象 季節風の旅 台風君		
	その他	天気のマ基準 辿り着かない島	
		総合的内容	総合 山で遭難

作成された問題例(模範解答例)を以下に示す。

大地の成り立ちと変化 > 化石 > 化石の分類

地質年代、写真がのってある化石のカードを弟が使っていたが、片付けもせずに出かけしまった。あなたは親から「弟の代わりに片付けて!」と言われたので、片付けることにした。弟は何らかの点に注意して、普段分類して片付けていた。どのような分類をしたか予想せよ。また、あなたは、整理したことによって分かったことがあった。それはどのようなことがわかったのでしょうか。

模範解答例

動物化石と植物化石にわけると。そして、それぞれを水生生物と陸上生物に分類し、地質年代の古いものから新しいものへと並べる。整理したことによって、進化の序列が分かると共に、海に生じた生命が多様性を高めつつ分布を明らかとなり、陸上へ進出したことが分かる。よって、植物から動物という順番もわかる。また、示相化石から代表的環境もわかる。

2) 小学校の理科授業において作成された問題 58 間についてデータベース化を行っている。問題例(模範解答例)を以下に示す。

電気性質とはたらき

明日は林間学校です。林間学校のナイトウォークでかいちゅうでんとうをつかいます。Aさんの家には2つかいちゅうでんとうがあり、1つは豆電球、もう1つは発光ダイオードです。しかし、両方見た目が同じでどっちが発光ダイオードか豆電球が分かりません。どうすれば見

分けることができるでしょうか。

作った問題の理想的な答え

- ・ずっとつけていて先に消えたのが豆電球, ついているのが発光ダイオード
- ・電池を反対に入れてついたら豆電球, つかなかったら発光ダイオード

(2) ルーブリックの開発と検証

本研究ではモデレーションを用いた特定課題のルーブリック(task-specific rubric)開発を試みた。開発の手順は表2のとおりである。

表2 ルーブリック開発の手順

- 1) 作問授業のねらいに基づいて、採点のための観点を採点者間であらかじめ合意する。
- 2) 採点者ごとに評価物を採点する。その際、他の評価者に分からぬように、採点結果や特記事項等を付箋紙に記入し、貼付する。
- 3) 採点結果を開示し、得点を採点者間で一致させる(モデレーション)。
- 4) 採点の観点以外で気が付く特徴があれば、採点者間で協議し、必要に応じてルーブリックに反映させる。
- 5) 同じ点数の評価物の特徴を踏まえて、数段階尺度とそれに対応した記述を整理し、ルーブリックを完成させる。
- 6) 完成したルーブリックに基づいて、採点を見直し、得点を確定する。

表2の手順に則って開発したルーブリックは、表3のとおりである。

表3 児童が作成した問題を評価するためのルーブリック(4点満点)

点数	観 点
4点	次の3つの観点が含まれた問題となっている。 学習した科学的知識を活用する問題となっている。 問題の場面が実社会や実生活の場面となっている。 複数の解答が得られる問題となっている。 ただし、知識の複数再生を問うている場合は、単純再生による従来型の問題と同様に扱う。
3点	3つの観点のうち と、もしくは とを含んだ問題となっている。
2点	もしくは を含んだ問題となっている。
1点	3つの観点すべてが当てはまらない。(いわゆる従来型の問題)
0点	無記入、もしくは、理科の問題として不適切である。

ルーブリックでは、「学習した科学的知識を活用する問題となっている」、「問題の場面が実社会や実生活の場面となっている」の2点に加え、作問の質的な違いを明確にするため、「複数の解答が得られる問題となっている」も観点として加えた。3つ全ての観点が満たされた場合を4点満点として構成した。3点以下は、児童が作成した問題に基づいて3つの観点のうち、満たした数や組み合わせによって設定した。無記入、もしくは、理科の問題として不適切なものは、0点とした。

a. 4点の作問事例

図1は、4点の作問事例である。この問題は、小学校第6学年「燃焼の仕組み」において学習した燃焼の条件を活用して消火する方法と理由を問う問題となっている。これは科学的知識を活用する問題であると判断できる（ルーブリックの観点）。また、問題場面は、川原でバーベキューをしていたところ、炎が上がってしまったという実生活と関連したものとなっている（ルーブリックの観点）。さらに、求めている解答は1つとは限らず、複数考えられるものとなっている（ルーブリックの観点）。このように、4点の作問事例では、ルーブリックの3つの観点すべてを満たしたものとして特徴的であることが確認できた。

理科の問題を作ろう！（教科書やノートを参考にしてもよいです）

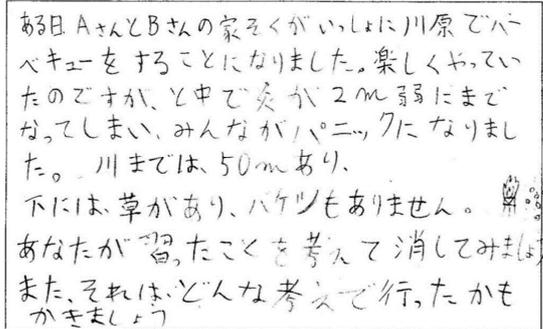


図1 4点の作問事例

b. 3点の作問事例

図2は、3点の作問事例である。この問題は、小学校第6学年「てこの規則性」において学習したつり合いの条件をもとに、質量の異なるおもりをどこに何個つけばつり合うかを問う問題となっている。4点の作問事例と同様、科学的知識を活用する問題であると判断できる（ルーブリックの観点）。また、解答は1つとは限らず、複数考えられるものとなっている（ルーブリックの観点）。しかし、ルーブリックの観点については、実社会や実生活の場面として評価しなかった。その理由は、「オブジェをつくらうとしています」と、問題場面の設定を試みていることは分かるものの、実社会や実生活の場面としては必然性が弱く、問題の文脈として機能していないと判断したためである。以上より、3点の作問事例において、ルーブリックの観点及びを満たし、観点を満たしていないという特徴を確認することができた。

理科の問題を作ろう！（教科書やノートを参考にしてもよいです）

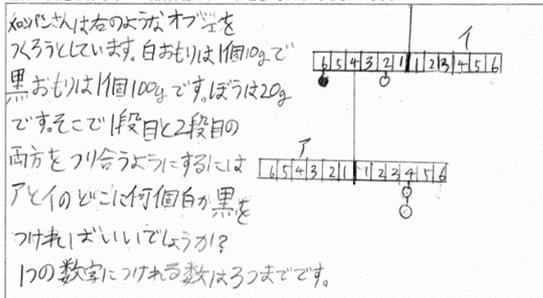
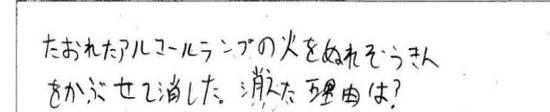


図2 3点の作問事例

c. 2点の作問事例

図3は、2点の作問事例である。「たおれたアルコールランプの火をぬれぞうきんをかぶせて消した」理由を問う問題であり、「燃焼には酸素の供給が必要である」という科学的知識を活用する問題としてルーブリックの観点を満たすものと判断した。しかし、同単元を対象としている図1の4点の問題と比べると、問題場面は学校場面の範囲内であり、実社会や実生活の場面としては評価しなかった。また、求める解答も複数得られるも

理科の問題を作ろう！（教科書やノートを参考にしてもよいです）



のではなかった。そのため、ルーブリックの観点及びを満たさないものと判断した。以上より、2点の作問事例において、ルーブリックの観点のみを満たし、観点の及びを満たしていないことが確認できた。

図3 2点の作問事例

児童が作成した問題に基づいてモデレーションを用いたルーブリック開発を試みた。その結果、問題の特徴に基づいた4点満点のルーブリックを開発することができた。そして、開発したルーブリックによる採点及び作問事例の確認により、質的な違いによって量的評価が可能となった。この成果は、先述した教育現場における「思考・判断」の学習評価の円滑さの問題（文部科学省，2009）に対する一つの提案につながると考えられる。

以上のことから、本研究で開発したルーブリックは、作問授業によって作成された問題を量的に評価することを可能にし、教育現場における学習評価の円滑さを兼ね備えた有効な評価指標となり得ると考えられる。

<引用文献>

文部科学省「学習指導と学習評価に対する意識調査報告書」,(平成21年度文部科学省委託調査報告書,日本システム開発研究所),2009
 平田豊誠・松本伸示「理科授業における学習者によるオープンエンド型の作問指導を通じた授業の開発-学習者自身の学習効果感と学習効果」,理科教育学研究,Vol.52,No.2,pp.95-104,2011
 平田豊誠・松本伸示「理科授業における場面解決型の作問指導における思考過程-問題推敲時の思考が問題に表出されることによる表現力としての評価可能性の検討-」,教育実践学論集,Vol.13,pp.229-238,2012
 平田豊誠・廣木義久「場面解決型問題データベースの構築-中学校力学分野」,大阪教育大学紀要第 部門(教科教育),Vol.63,No.1,pp.57-692,2014
 平田豊誠・小川博士・松本伸示「場面解

決型の問題作成・推敲時における思考過程が問題として表出されることに伴う思考力・判断力・表現力の評価可能性 - 地学分野の問題作成における思考力育成の検証から - 」佛教大学教育学部論集, vol.26, pp.29-45, 2015

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

平田豊誠・小川博士・中島雅子・山岡武邦・松本伸示, 場面解決型問題データベース 中学校地学領域(大地の成り立ちと変化・気象とその変化) , 佛教大学教育学部論集, 査読無, vol.27, pp.33-46, 2016

小川博士・平田豊誠, 小学校理科における作問を取り入れた授業に関する研究 - 児童の「やりがい」「興味」「学習効果感」に焦点を当てて - , こども教育研究, 査読無, 第2号, pp.1-10, 2017

〔学会発表〕(計1件)

- ① 平田豊誠・畑実咲・小川博士保津峡・亀岡盆地の地形特性をもとにした亀岡市街地の洪水モデルの教材化 - 小学校第5学年「流れる水のはたらき」の実践をもとに - , 日本地学教育学会第70回全国大会徳島大会, 四国大学, 2016

6. 研究組織

(1)研究代表者

平田 豊誠 (HIRATA Toyosei)

佛教大学・教育学部・准教授

研究者番号: 90733270

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

小川 博士 (OGAWA Hiroshi)

京都ノートルダム女子大学・現代人間学部・

准教授

研究者番号: 90755753

(4)研究協力者