

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—

平田豊誠*, 松本伸示**

(平成23年6月14日受付, 平成23年12月8日受理)

Thinking Process of problem-solving-oriented problems created by learners in a science class :

Investigations of a possibility to assess students through those problems when
the learners polish off them

HIRATA Toyosei *, MATSUMOTO Shinji **

In a science class of the third grade students in a junior high school, we assigned them the task to make a problem-solving-oriented question, and to answer each other's questions at the end of the dynamics unit. The purpose of this study was to analyze the validity of the science class which uses questions created by learners. We assessed if students can acquire knowledge and use it, and if teachers can assess students' acquisition properly.

As a result, it was confirmed that students considered and used their knowledge in the revision process.

Considering the circumstances mentioned above, it was found that students made the questions by thinking, and teachers were able to assess their thinking ability as well as their ability to express themselves through the problems created by learners in the science class.

Key Words: Science Studies, Assessment, Junior High School, Problem Created, Dynamics

I はじめに

2003年に行われた2つの学力調査(PISA2003⁽¹⁾, TIMSS2003⁽²⁾)は日本の教育界に様々な反応を呼び起こした。国際社会の中で求められている学力として、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。2000年代以降、知識基盤社会を生き抜くために必要な能力はキーコンピテンシー(主要能力)として定義⁽³⁾され、日本国内でも、PISA2006⁽⁴⁾以降、さらにその重要性が指摘されてきている。

文部科学省がこれら2つの国際学力調査を元に発行した指導資料⁽⁵⁾では、指導改善の手立てを4つ示している。それは「科学的に解釈する力や表現する力の育成を目指した指導の推進」と「日常生活に見られる自然事象との関連や、他教科等との関連を図った指導の推進」、「観察、実験のねらいを明確にした指導の充実」、「既習の知識・技能の活用や日常生活との関連を図った指導の充実」である。すなわち、目的目標の明確化、解釈や表現の能力、

知識や技能の活用、日常生活との関連が重要な位置づけとなっている。この内容は学習指導要領の改訂の趣旨としても位置付けられている⁽⁶⁾。

2008年告示の新学習指導要領⁽⁷⁾⁽⁸⁾では、思考力・判断力・表現力等を育成するため、基礎・基本的な知識及び技能を活用する学習活動を重視するとともに、理論や思考等の基盤である言語の果たす役割を踏まえ、言語活動を充実すること、としている。

学習評価についても文部科学省から新たな観点が示された⁽⁹⁾。理科においては、理科の学習指導要領改訂にあたっての基本的な考え方のうち、「科学的な思考力、表現力を育成すること。」⁽¹⁰⁾を受ける形で、現行の「科学的な思考」の観点が「科学的な思考・表現」と改められることとなった。

文科省が委託して行った学習状況調査⁽¹¹⁾によると、教育現場における学習評価に係る負担感と円滑さについて、「学習状況の評価資料の収集・分析に負担を感じる」教師の割合が多く見られ、評価の効果は認識しているも

* 大阪教育大学附属池田中学校 (Ikeda Junior High School attached to Osaka Kyoiku University)

兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科学生 (Doctoral program student of the Joint Graduate School in Science of School Education, Hyogo University of Teacher Education)

** 兵庫教育大学 (Hyogo University of Teacher Education)

の、負担感を感じている状況がある。また、「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、4つの評価の観点のうちで一番低いスコアとなっている。今回の評価の観点の変更⁽¹²⁾により、各教科の内容等に即して思考・判断したことについて、その内容を言語活動を中心とする表現に係る活動と一体的に評価する観点として「思考・判断・表現」が設定された。理科における「科学的な思考・表現」でも、生徒がいかに科学的に思考しているか、その考えを表現する場面などから評価していくことが示されている⁽¹³⁾。このことから、従来では円滑さにおいて低かった、「思考・判断」を、「表現」と合わせてとらえていくことによって、評価に対する負担感の軽減や円滑さの向上にもつながるものと考えられる。

また、従来、学習者が問題を作成すること（以降、作問という）を用いた授業は、算数・数学に関して、多くの実践事例や研究報告がなされている。

作問を授業に取り入れた実践事例では、ある原題に沿った様々なバリエーションの問題を解くこととなり、学習内容の理解をより深める事ができ、その有用性が指摘されている⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾。その多くは、原題をもとに、学習者が様々なバリエーションの問題を作成し、作成した問題の発表交流を行う。その後、いくつかの問題について、学習者が解答を行うという手法をとっている。

教育心理学領域では、類題作成活動を通じた教育効果を実験的に明らかにし、類題作成活動が利用可能性の高い知識の獲得に大きく貢献しているとの指摘や⁽¹⁶⁾、従来の文章題を利用したものに加え、作問の課題を利用することにより、各場面に固有の認知過程から、場面理解の難しさの程度と理由をより詳しく明らかにしてきた⁽¹⁷⁾ものなどがある。

情報工学領域でも、作問指導におけるより教育的効果の高まりが期待される支援ツールとしての開発と試用を行ったものや⁽¹⁸⁾、既存の問題集にある文章題をもとに、新たな問題のバリエーションを作り出していくもの⁽¹⁹⁾、などの報告がなされている。

これらのように様々な領域において、作問指導の重要性や学習効果、認知過程を明らかにするといったような取り組みがなされている。しかし、その作問指導の教科として取り上げられているのは、算数・数学が例となっており、理科における作問に関する報告はほとんど見られない現状がある。

また、作問を理科授業に取り入れた研究は、学習効果があり、学習者にも学習効果の感じ方が見られたという報告がある⁽²⁰⁾。しかし、ここでも、作問指導によって、知識や技能を活用することにつながり、思考力・判断力・表現力の

育成につながるのと示唆あるが、具体的にどのような学力が身についたのかまでは明らかにされていない。

本稿の目的は、本稿で提案する作問指導の授業プランが、知識や技能の活用がなされ、思考力・判断力・表現力の育成に効果があるということを実証し、本授業プランが、思考力・判断力・表現力を育成するものとして評価可能であるということを示すことにある。

そのために、本授業プランにおいて、作問過程における学習者の思考過程を明らかにし、作問過程には学習者による思考が伴っていることを確認し、学習者の思考が行われる課題であることを実証していく。

これらのことから、本授業プランが学習者にとって思考を伴った学習の結果であると捉える事ができるようになり、学習者により作成された問題によって、指導者が、学習者の思考力・判断力・表現力を育むことができたことと評価可能であるということにつながる。授業後の成果物（作成された問題）で評価が可能ということになることで、指導者が効率的、円滑に評価を行っていくことにつながると考えられる。

以上から、知識の習得と活用につながり、評価も適切に行うことができるような作問指導を通じた本授業プランを試行し、その思考過程を明らかにすることで、より効果的な授業方法や評価方法の一つの提案につながるものと考えられる。

今回、中学校3年生の理科授業、力学単元の終わりに場面解決型問題を学習者に作成させ、学習者相互に解答させるという作問指導の授業プランを試行した。

II 場面解決型の作問指導

作問指導において、場面解決型問題を導入した。場面解決型問題（図1）とは、設定された場面があり、その解決に当たっては、今までに学習した理科の学習内容を使用し、様々な分野や単元内容を関連付けて解決していかなければならない。その思考過程において、知識の活用をはかり、条件制御能力、思考力・表現力を養っていくことをねらいとしている。

図1 生徒が作成した場面解決型問題の例。推敲後の完成された問題例その1

場面解決型問題を導入した理科授業において、作問による知識の活用と条件制御を行う力の育成や、解答が一つとは限らない形式の問題に答えることによる思考力・表現力の育成について、学習者自身の学習効果の実感や定量的な測定による学習効果が得られることが分かっている⁽²¹⁾。

場面解決型問題を導入した授業では、学習者自らが問題作成者として問題および解答例、採点基準、模範解答を作成し、他者の解答に対して採点し、評価し、コメントすることまで行う。実際の授業は3時間構成で行った。

1 時間目 場面解決型問題の説明と作成。例題を提示し、例題を解き、場面解決型問題の下書き問題を作成するように説明した。

2 時間目 問題作成の続きと推敲、及び採点基準と模範解答の作成を行った。

3 時間目 場面解決型問題を生徒相互で解き、出題者は評価基準に従って採点し評価を行った。

Ⅲ 実践の手順

1 授業実践の目的

中学校3年生の理科授業、力学単元の終わりに場面解決型問題を学習者に作成させ、学習者相互に解答させる授業を行った。作問過程における学習者の思考の過程を明らかにするとともに、作成された問題によって評価可能であるかどうかの検討を行うことを目的とした。

2 対象学級及び時期

O大学附属I中学校3年生の1クラス(40名)を対象に、2010年10月下旬11月上旬にかけて実施した。作問の単元を「運動とエネルギー」からに限定して行った。実際に3時間連続して授業を受けたのは34名であった。なお、対象学級の生徒の「運動とエネルギー」単元終了時点での知識の習得状況は、A…「十分満足できると判断されるもの」が47.1%、B…「おおむね満足できると判断されるもの」が50.0%、C…「努力を要すると判断されるもの」が2.9%であった。これら学習状況は学期末や定期テスト、単元末の評価を用いて生徒にフィードバックされており、生徒は、各自で習得状況を把握しうる状況にあった。

3 授業の過程

1 時間目の授業では、ガイダンスを行い、場面解決型問題の下書きまでを行った。例題を提示し、例題を解き、自らが場面解決型問題を作成していくということを伝え、下書きを作成す

るように指示をした。

2 時間目の授業では、問題作成の続きと推敲、及び採点基準と模範解答の作成を行った。前時において作成した下書きを他の2人の生徒に一度解いてもらい、解答者が解答しづらかった点などを作成者にコメントとして返した。作成者はコメントをもとに、自分の問題を推敲し問題の完成度を高めた。その後、問題に対する模範解答および採点基準の作成を行った。

3 時間目の授業では、場面解決型問題を生徒相互で解き、出題者は評価基準に従って採点し評価・コメントを行った。

今回の授業研究は、2時間目の時間帯で行った。研究手法としては、学習者である生徒が問題の下書きから推敲、完成問題へと進む作問過程について、アンケート調査や音声(プロトコル)記録、実際の生徒が記した問題の変遷を分析に使用した。

Ⅳ 思考過程の検証

1 問題例の検討

図2 場面解決型問題の下書きの例その1

問題タイトル: (サイクリングコース)

あなたは今、自分の山にサイクリングコースを作ろうとしています。自分で自由にコースを設計するのなら、どんなものにしてますか？また、そのように考えた理由も書いて下さい。ただしコースに電気を通すなどはできません。自転車の重さを変えることはできるとします。また、コースの材質も工夫してください。工夫したことにより、どんな効果があるのかを書いて下さい。

図3 場面解決型問題の下書きの例その2

【コメント1】

答えがたくさんできすぎてしまつたら、もう、条件をEにせばいいと思う。

図4 図3の下書きに対するコメントの例その1

【コメント2】

答えの種類がたくさんあるからもう少し限定してもいいのでは...?と思う

図5 図3の下書きに対するコメントの例その2

(1) 例その1

生徒が作成してきた下書きの例を図2に示す。図2の下書きに対して、生徒間相互に一度解き、解答者が解答しにくい点や改善点を作成者にコメントとして返した。その結果、二者から「もうちょっと条件をしぼったほうが答えがかきやすいと思います。」「単元とよくからんでいて良いと思った。もう少し具体的にした方がこたえやすいかもしれない。」というようなコメントが返された。

下書きに対するコメントを受ける形で、推敲され、作成された問題が、場面解決型問題例(図1)として挙げたものである。この例1の場合、テーマパークの作成を題材にして問題を作成している。下書き段階では、テーマパークの作成依頼、中学3年生が対象者、楽しみながら勉強できる施設を提案して下さいという作問者の解答してほしいと考えた方向が示されていた。これに対する二者からのコメント受け、推敲がなされた問題は、テーマパークの作成依頼、中学3年生が対象者というのは変わらなかったものの、アトラクション、体感できるもの、という限定条件を加え、カッコ内に、運動とエネルギーの関連についても述べるように改善がなされ

問題タイトル: (サイクリングコースの設計)

あなたは今、自分の山にサイクリングコースを作ろうとしています。自分の好きなように設計できるなら、どんなコースにしますか？また、そのようにした理由も書いて下さい。

ただし、コースや自転車も電動にするとはできません。

また、コースの材質も工夫し、その工夫によりどのような効果があるのかも書いて下さい。自転車は重さを変えることができます。

ただし、山の大きさは五月山ぐらいで、山を登る時、下る時それぞれについて考えるものとします。

図6 返されたコメントをもとに推敲し、改善された問題(図中のアンダーラインは筆者がつけたものである)

【採点基準】	
実際に建設可能なコースであるか。	A・B・C
コースの材質を工夫かにかからせて書いているか。	A・B・C
自転車の重さとスピードの関係を考えられているか。	A・B・C
山を登る時、下る時に適したコースをつくられているか。	A・B・C
運動と力、エネルギーの知識は正しいか。	A・B・C

図7 図6の問題に対する採点基準

【解答3】 組番氏名

① ② 本格的なサイクリングコース
 マウンテンバイクを使用しないと登れない
 下りな。転倒時考えら木をから、見とまの
 よいように木をあまり植えず、大きな岩が
 角はらって危険なものはとれ、少し
 スリルは大事だから、そこをどいて。

③ ④ 子供や高齢者向けの(め、ウォークが
 できるようなコースにする。
 景観も大事だから季節により、秋には色よく紅葉を

⑤ 休みの所(おまきやっほい) えるんだアツが!!!

【採点及びコメント】			
	評価	コメント	解答者コメント
1	A	イラストも詳しくて分かり易いです。 お年寄りや子供への配慮もいとおもいます。	
2	C		
3	A		
4	A		
5	B		

図8 図6の問題に対する他者の解答例と、作問者が図7に示す採点基準に則って評価した結果

1. 問題が難しくなりすぎず、具体的で身近に感じられるようにした。表現を変えるだけでも伝わりやすいと思う。
2. 「もう少し具体的に」と書かれたところが多かったのですが、あまりつけたすと答えが限られてしまうのでそこに気を付けながらかきました。
3. 最初の問題は答えが1つに限られていたので、改良したことで、たくさんのアイデアが出る問題になったので、みんなのコメントがすごくためになりました。
4. どこが難しいのか、などを教えてもらったので少し改善できたと思う。コメントで客観的な意見をもえらえてよかった。
5. もう少し、詳しい方が良いと言われたので、条件を改善した。
6. 答えを出すのに数値を仮定したほうがときやすいと言われたので、できるだけ簡単な数値を設定することにした。推敲によりさらに難しくなった。
7. 下書きの甘さをみんなに指摘されてより良いものがつくれた。ためになった。
8. 坂などを組み合わせることでもっと面白味がでるのでは?とのコメントを頂いたので問題がよりよくなった。
9. 人の問題を見てコメントするのは面白かった。人の問題を見ることで自分の問題も客観的に見れたと思う。
10. 問題を解く人がいかに問題の意図を理解できるかということに着眼して考えました。良いアドバイスになったのなら良かったと思いました。

図 9 問題の推敲に関して、授業後に行ったアンケートの自由記述の結果の例
(図中のアンダーラインは筆者がつけたものである)

た。このような改善がなされた理由について、アンケート調査の結果、作問者は「下書きは詳細を決めなすすぎで、具体性に欠けたので、ある程度、枠を決めておいてその中で色んな解答ができるようにするのは難しかった。」と答えていた。以上から、場面設定を具体的に指示する内容を吟味しており、運動とエネルギーの方向性を示しつつ、解答の自由度を保障するための思考がなされた結果だと考えられる^(註1)。

(2) 例その2

2つ目の作問事例のうち、下書きの例を図3に示す。

図3で示された下書きに対して、生徒間相互に一度解いた後に解答しにくい点や改善点について、図4、図5のようなコメントが返された。

図4、図5のコメント受けた形で、推敲の上作成された問題(図6)には、下線部で示されるような、「自転車電動にすることはできません」、として動力を人力だけに限る指定をしたもの、「工夫によりどのような効果があるのか」といった解答の方向付けを示すもの、コース設定を解答するにあたって「山の大きさ」、「登る時、下る時」といった条件設定を示したものが付け加えられている。

この理由として作問者は「初めの下書きは、問題の条件文が少なく解答の幅が広くなりすぎると指摘されたので、大きさなどの制限を入れて、答えやすくした。」との理由を述べている。これらのことから、場面設定を具体的に示し、条件をある程度指定するとともに、解答にあたっての条件設定も加えるといった思考の結果として改善された問題が作成されたと考えられる^(註2)。

2 採点基準と解答例

図6の問題に対する採点基準を図7として示す。採点基準を示すことは、場面解決型問題に、解答者に対して方向付けをしていくための指針となる目的もある。また、他者の解答例および、作問者が採点基準に則って評価したものを図8に示す。

3 問題推敲時に関する思考過程の検討

(1) 推敲について

問題の推敲に関して、授業後に行ったアンケートの自由記述の結果の例を図9に示す。具体的に指摘されたために問題を改善したということを述べているもの(図9の1や2)や、問題を改善したことを述べているもの(図9の3や4)では、下書きからの改善理由と改善点を自らの気づきとともに述べている。条件設定や数値を詳しく述べるという検討を加え、問題を改善したことを述べているもの(図9の5や6)や、下書きの甘さや詰めを指摘され(図9の7や8)、ためになったという記述もあった。

下書きからの改善理由と改善点を自らの気づきとともに述べており、問題の推敲場面において、これらの気づきのような、思考の変遷が見みられた^(註3)。

(2) 下書きのコメント内容と推敲の量的検討

問題の改善に役立ったと考えられる下書きに対するコメントの内容項目としては、「もっと具体的に」や「もっと条件付けを」、「難しい」、「それで良い」のほかに、細かい指摘もあった。これら下書きに対するコメントを参考に、問題を推敲した結果、表1のような問題改善の数

表 1 問題作成の改善状況とコメントの指摘の受け取り方の関係 (n=34)

下書きに対する コメントの指摘	作成した問題の改善状況		
	改善	違う問題	ほぼ同じ
もっと具体的に	10	0	1
もっと条件付けを	7	1	0
細かい指摘	1	0	1
難しい	2	1	0
良い	0	0	3
その他	2	1	4

量的動きが見られた。

なお、問題の改善状況として判断した基準は次のとおりである。「改善」とは、図2から図1への改善の例や、図3から図6への改善例のように、場面設定を具体的に指示する内容を付加していたり、解答するにあたっての条件設定を付加していたりしたものとした。また、問題の答えが1つにならないように、より解答の自由度が増すような問題に改善していたものもあった。これらのように、コメントをもとに、具体的場面や条件設定などを付加したものを「改善」した問題と判断した。「違う問題」とは、下書きに用いた問題とは異なる別の問題に差し替えたものを「違う問題」にしたと判断した。「ほぼ同じ」とは、改善のような、条件の変更度がなく、単語の変更や、助詞の変更、文の構造の変更など、下書き時の問題と、問題としての意味が変化していないものを「ほぼ同じ」と判断した。上記の判断基準に従って、下書き時の問題と完成された問題を比較することによって、改善状況の分析を著者が行った。

作成した問題の改善状況について、「改善」「違う問題」とした生徒(25人)を問題を改善したととらえ、「ほぼ同じ」とした生徒(6人)を問題を改善しなかったととらえ、1×2の直接確率検定(両側検定)を行った。(ただし、「良い」とコメントをもらい、ほぼ同じままの3人については、問題の改善の余地があまりなかったと判断できるため検定の対象から除外した。)その結果、問題を改善した生徒が有意に多かった($p=0.0008$, $p<.01$, $n=31$)。

一度書いたものを再び書きなおすことで、熟考する、推敲するという効果が指摘されている^(註4)。このようなことから、下書きの必要性と推敲の効果があったことが確認された。このことから、下書きから推敲を経て問題を完成させるにあたって、作問者に思考があったことが考えられる^(註5)。

4 下書き推敲時のプロトコル分析

2時間目の時間帯で、下書きコメント、推敲、作問完成等を行った。この時、4人グループで下書きに対するコメントを基に、下書き問題の検討会形式を行った。以下はその時の発話内容である。

(1) 「具体的に」と考えた内容

S1: S3の問題についてどう思う。

S2: S3はどのようなコンセプトでこの問題を作ったん。

S1: っていうか、あれじゃない、全員、やっぱり、ちょっと〇〇ちゃんみたいに具体的に書くべきやんな。私の反省でした。具体的ににしたほうがみんなが答えやすいと思います。

S2: 次。

このやり取りでは、「具体的に」という指摘を受けたS1生徒が、自己完結的に具体的に書き改めるということを宣言した内容であった。下書き段階で、作問者の意図した解答の方向性になっていなかった所を修正しようと考えた部分のやり取りであった。

(2) 条件付けを考えた内容

S5: のっている人の重さも考えようぜ。のっている人の重さも考えようぜ。

S6: 動物と乗り物の両方あったら悩んでしまって解答に困ると思います。

S5: いやや。動物と乗り物を比べるのが面白い。動物と動物を比べても面白くないし。

S6: それやったら選択肢とか書いてほしい。

このやり取りでは、S6生徒が問題に対して条件付けへの申し出をしており、S5生徒からは問題に対して改善要求も出されていた。この後、問題の再検討がなされている。

(3) 再検討に入った例

S9: 加速度ってさ、星をけるの?

S10: そうそうそうそうそう。

S11: 地球をけるの?

S10: 地球があるから、そこからとーんって。

S11: 大気圏から出て行くの?

S10: うーん、ここに地球があって、ここの位置エネルギーが、ここの高さ分のここの位置エネルギー分が運動エネルギーやから。

S11: 難しくない?

S9: 難しい、距離わからへんねんもん。

このやり取りでは、最後のS9生徒の発言によって、もう一度全員で問題の考え直しに移っていった。

(4) 問題の答え方の再考による条件付けの検討

S9: なんか、何とかが何とかなのでみたいに、答えが何々じゃなくて、いろんな理由とか根拠とかそういう記述式で。

S11: 文章で。何々だよ、だから〇〇だよみたいなん。
S9: そうそう。
S11: 条件どうしよう…
S9: 平らなところやったらさあ、摩擦が減るからって
いるのもエネルギーやろ。

先ほどの(3)と同じグループであり、検討している問題は変わっていた。この中で、問題の答え方について指摘があり、記述式の答え方を求めていた。答えが1つに絞れてしまうのであれば、作問も容易だったと思えたものの、文章形式の答えを考えるには、条件付けが必要ということに気付いた例である。

(5) 問題の理解と条件付けの検討

S11: これってさあ、広さとか指定したほうがやりやすいかなあ。
S9: あー、これって無限にできるもん。
S11: ダムとかセンターとか。
S9: ダム、放水施設。
S11: 車、ダイハツとか。
S9: 工場? 施設?
S11: でかいやつ、ダムも。エネルギーがめっちゃあるやんか、そういうのなんて言うの。
S10: 大量のエネルギーを使うところ?
S9: 大量のエネルギーが移り変わって使われるところ。
S10: それやったらさ、これなんかで。

先ほどの(3)、(4)と同じグループであり、検討している問題は変わっていた。この中では、作問者の出題意図がうまく伝わっていなかったために、解答者がいろいろな物を想像できてしまった問題であった。S9の生徒が、場所のイメージを確認したことによって、S10生徒の具体的な提案がなされた。

5 下書き推敲時の思考について

下書き推敲時において、コメントからその後の問題改善につながっていた。その理由として、下書きに対するコメントを作問者が受け止め、自分の中で咀嚼し、自分の考える解答の方向性と、下書き問題に対して解答した時の方向性の違いや見えにくさについて吟味し、必要な処置(具体例だったり条件付けだったり)を行って改善していた。このことは、学習者自身の思考の結果ととらえることができる⁽²¹⁶⁾。これは、推敲に関して、授業後に行ったアンケートの自由記述の結果の例からも確認することができる。

下書き推敲時のプロトコルからも、自分の問題に対してだけでなく、他者の問題に対しても、自分の知識を使いながら、条件付けや具体的にという指摘を行って

ることがわかった。これらの指摘をする側も受け取る側も、言語を介した思考がなされているといえる⁽²¹⁷⁾。その結果として出来上がった問題は、下書きよりも改善されたものとなっていた。これらのことから、本授業プラン2時間目の下書き推敲時には、作問者に対して思考が働いていたということを確認することができた。

V 作問の評価対象としての可能性

場面解決型問題の問題を下書きし、相互に解いた後にコメントを出し合い、話し合いを通して問題の内容を高めていくことができていたことが確認された。一連の授業の中で、学習者の思考の過程を確認していくことができたと考えられる。ここでは、生徒(学習者)が思考をした結果として作問された問題を、教師(指導者)が、作成された問題の完成版を確認することをもって、思考力・判断力・表現力を評価していくことが可能であるかを検証していく。

中央教育審議会が示した『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)』⁽²²⁾では、5(4)思考力・判断力・表現力等の育成の項において、「それぞれの教科の知識・技能を活用する学習活動を充実させることを重視する必要がある」と述べられ、知識・技能の活用など思考力・判断力・表現力等をはぐくむためとして、以下の6つを示している。

- ① 体験から感じ取ったことを表現する
- ② 事実を正確に理解し伝達する
- ③ 概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする
- ④ 情報を分析・評価し、論述する
- ⑤ 課題について、構想を立て実践し、評価・改善する
- ⑥ 互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる

場面解決型問題の授業プランは、上記の④、⑥を特に包含していると考えられる。④について、「学習や生活上の課題について、事柄を比較する、分類する、関連付けるなど考えるための技法を活用し、課題を整理する」という例示がなされており、⑥については、討論しながら考えを深め合ったり、議論を深めたりしながら、集団の考えを発展させてということであり、場面解決型問題を作問するには、学んだ知識、技法を活用した問題作成がなされる必要があることから、学習者相互に問題を解きあい、コメントし、話し合い活動をもつ中で問題の質を高めていくことができていくことから、④、⑥の項目を満たしていると考えられることができ、場面解決型問題を作問していく授業は、思考力・判断力・表現力等を評価していくことが可能な授業プランであると考えられる。

また、森本は①～⑥について具体例を示している⁽²³⁾⁽²¹⁸⁾。

特に⑥について、①～⑤の視点から他者へ表現することとしており、技能が使える場面を考えさせたり、どのように表現すればよいかを判断させたりすることと述べている。このことから、単元学習後に学んだ知識や技能を、自分なりに解釈し、作問にあたって、問題となる場面設定や模範解答の設定などでは活用しながら作成していくことになる。また、他者の解答に対して採点する際には、学んだ知識や技能を持って判断していかなければならず、場面解決型問題を作問していくという授業は十分に評価対象として機能すると考えられることができる。

言語活動の充実に関する指導事例集【小学校版】^{(24)(註9)}で示されている、「学習指導の改善や教育課程全体の改善につながる学習評価の意義・目的を踏まえ、言語活動を通して育成する、思考力、判断力、表現力等について、各教科の対応する観点において適切に評価することが求められる。」という内容をうけて、第2章言語の役割を踏まえた言語活動の充実、において、他者に的確に分かりやすく伝えることであったり、互いの考えを伝え合うことであったり、説明することにより自分の考えを深めることであったりといったことが示されている。場面解決型の作問指導では、他者へ自分の解答の方向性を「問題」という形で伝え、互いの考えを出し合い、「問題」を高めあい、自分の模範解答に沿った採点を行うことを通して自分の考えを深めていくことができている。このことから、場面解決型問題を作問していくという授業は、本事例集で示されている言語活動にもあてはまると考えることができる。

以上からも、本授業プランを通して、思考力・判断力・表現力等を評価していくことが可能であると考えられる。

VI まとめ

中学校3年生の理科授業、力学単元の終わりに場面解決型問題を学習者に作成させ、学習者相互に解答させる授業を行った。本稿では、知識の習得と活用につながり、評価も適切に行うことができるような作問指導を通した授業プランの有効性について分析することを目的とした。その結果、以下の3点の成果を得ることができた。

1つ目として、作問指導を通した授業過程における学習者の思考の状況を記録・分析することで、問題の推敲の場面において、知識の活用が見られ、学習者の思考の過程が明らかになった。

2つ目として、授業後、学習者に質問紙を用いて調査したところ、推敲段階での問題の改善にあたっての思考がなされ、知っている知識の活用がなされたことが分かった。

3つ目として、作成された問題によって評価可能であるかどうかの検討を行った結果、理科授業における作問指導によって、学習者の思考の結果としての問題が作成

されたととらえることが可能となり、思考力、表現力としての評価可能性があることが分かった。

教育現場における学習評価に係る負担感と円滑さについて指摘されていた⁽²⁵⁾。本授業プランは、教育現場にとって、より負担感の少ない効果的な授業方法や評価方法の可能性としての提案になるものと考えられる。それは、上記3つの成果をもとに、作成された問題を評価するために要した時間は、授業中における机間指導の中で、問題の作成された内容を確認していくことであり、評価活動の時間をある程度、授業時間内においてまかなうことができることが分かった。

今後は、より現実場面での評価が可能であるかどうかの検討が必要である。そのためには、思考力・判断力・表現力について評価の規準・基準を示し、評価が可能かどうかの検証を行っていく必要があると考えられる。

さらに、相互に回答した内容について分析を進めるとともに、採点基準にそった採点時における作問者の思考・判断過程を解明していく必要がある。

VII 謝辞

本研究論文の執筆に当たり、大阪教育大学附属池田中学校の板野麻由美教諭をはじめとする諸先生方、生徒諸君には大変お世話になった。本稿を査読して下さった方々からは多くの有益なご意見をいただき、本稿をより良いものへと改善していくことができた。

この研究は第48回（平成21年度）下中科学研究助成を得て行われた。

ここに合わせて感謝申し上げます。

—注—

- 1 思考について、片平⁽²⁶⁾は、「事物に対して働きかける活動と、その結果として事物から受け取る者との間に連続的な関係を見いだす働き」とし、認知心理学では、思考を「何かの問題に直面したときに、その解決のために行われる認知過程と捉えている」と述べて、2009年5月18日放送のNHK課外授業ようこそ先輩の授業内容をもとに、思考力・判断力・表現力の育成について解説している。この中で、一度書いたものを再び書きなおすことで、熟考する、推敲するという効果を指摘していた。また、鶴岡⁽²⁷⁾の、日本の理科教育について、現象を言葉で的確に表現したり、科学用語を定義したり、文章を読んだり書いたりすることを軽視してきたとの指摘に対して、解決するための一つの提案となっている。

2 前掲注1

3 前掲注1

4 片平⁽²⁸⁾は、子どもの思考力を高めるためには、課題を与えるだけでなく、解決のための模索が必要である

と述べ、自分が使う言葉の意味を反省的に熟考すること、と述べている。

5 前掲注1

6 学習指導における外化と内省の循環の場を設定することで、子どもの知識構築とその深化に向けた対話活動を支援する取り組みがなされている⁽²⁹⁾。

7 言語を介して思考がなされるという指摘は、前掲の注1にも通じる。それに加え、理科における言語活動として、理科授業で得た知識を科学知識として認識する必要があり、それは単元終了時などに学習された知識が既存の知識と結合されなければならないとの指摘⁽³⁰⁾がある。また、西岡⁽³¹⁾は、近年の認知心理学では、知識や技能はバラバラなものとして獲得されるだけでは不十分であり、知識を自分のものとして使いこなせる状態にするには、個々の知識や技能が相互に関連付けられ、深く理解されている必要があると述べている。

8 森本⁽³²⁾は中央教育審議会が示した⁽³³⁾、知識・技能の活用など思考力・判断力・表現力等をはぐくむためとして示した①～⑥について、解説を行っており、⑥について、自分が習得している科学概念や技能について、①～⑤の視点から他者へ表現することであり、この活動を通して、習得している概念や技能の活用範囲が拡大する。その基本は、子どもに概念や技能が使える場面を考えさせたり、それはどのように表現すればよいのかを判断させたりすることである、と述べている。また、①～⑥として示される思考力・判断力・表現力等は、子ども個々人の学習として完結されるべき事項ではない、とも述べており、協同的な学習を想定する中で、これらの学習は深化するからであるとした。協同的な学習機会を常に子ども一人ひとりに意識化させるとき、彼らは他者に対して①～⑥のどのような思考・判断あるいは表現が適切であるかを常に吟味し、知識を咀嚼することを常態化するからである。①～⑥はその常態化の現れと捉えなければならない。このような学習機会は、知識は子どもが構築することによりもたらされるということと同時に、子ども相互の常態化したかわりにより発展していく、という学習観をもたらすだろうと述べ、「学び合う学習環境」について的重要性を述べている。

9 本稿執筆時点で【中学校】版が発行されていないため【小学校版】で検討を行った。

－引用・参考文献－

- (1) 国立教育政策研究所『生きるための知識と技能(2) OECD生徒の学習到達度調査(PISA) 2003年調査国際結果報告書』ぎょうせい、2004
- (2) 国立教育政策研究所『TIMSS2003理科教育の国際比較 国際数学・理科動向調査の2003年調査報告書』ぎょ

うせい、2004

- (3) D. S. ライチェン, L. H. サルガニク編著『キー・コンピテンシー 国際標準の学力をめざして』立田慶裕訳, 明石書店, 2006年
- (4) 国立教育政策研究所『生きるための知識と技能(3) OECD生徒の学習到達度調査(PISA) 2006年調査国際結果報告書』ぎょうせい, 2007
- (5) 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－PISA2003 (科学的リテラシー) 及びTIMSS2003 (理科) 結果の分析及指導改善の方向－』東洋館出版社, 2006
- (6) 中央教育審議会『幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について (答申)』, 2008
- (7) 文部科学省『学習指導要領 総則』, 2008
- (8) 文部科学省『学習指導要領解説』, 2008
- (9) 中央教育審議会『児童生徒の学習評価のあり方について (報告)』, 2010
- (10) 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』, 2008
- (11) 財団法人日本システム開発研究所『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), 2009
- (12) 前掲(9)
- (13) 清原洋一「中学校理科における新しい学習評価」『理科の教育』7月号, pp. 10-13, 2010
- (14) 澤田利夫, 坂井裕編著『問題づくりの授業』東洋館出版社, 1995
- (15) 中野洋二郎, 坪田耕三, 滝井章編『子どもが問題をつくる』東洋館出版社, 1999
- (16) 荷方邦夫, 島田英昭「類題作成経験が類推の問題解決に与える効果」『教育心理学研究』, vol. 53, No. 3, pp. 381-392, 2005
- (17) 金田茂裕「作問課題による小学1年生の減法場面理解の検討」『教育心理学研究』vol. 57, No. 2, pp. 212-222, 2009
- (18) 中野明, 平嶋宗, 竹内章, 「問題を作ることによる学習の知的支援環境」『電子情報通信学会論文誌』J83-D-I(6), pp.539-549, 2000
- (19) 小島一晃, 三輪和久, 「作問事例を用いて数学文章題を生成するシステムの実現と評価」『人工知能学会論文誌』AI 21, pp. 361-370, 2006
- (20) 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－」, 『理科教育研究』vol. 52, No. 2, pp. 95-104, 2011
- (21) 前掲(20)
- (22) 前掲(6)

- (23) 森本信也「「考える」ことを大切にした理科授業と学習活動」『理科の教育』4月号, pp. 5-8, 2010
- (24) 文部科学省『言語活動の充実に関する指導事例集【小学校版】』, 2010
- (25) 前掲(11)
- (26) 片平克弘「科学的な言語能力の育成の意義と課題」『理科の教育』8月号, pp. 5-8, 2009
- (27) 鶴岡義彦「理科における読解の重要性と読解力を育成する若干の視点」『理科の教育』6月号, pp.12-15, 2006
- (28) 前掲(26)
- (29) 森本信也・横浜国立大学理科教育研究会編著『子どもの科学リテラシー形成を目指した生活科・理科授業の開発』東洋館出版社, pp.23-34, 2009
- (30) 橋本健夫, 鶴岡義彦, 川上昭吾編著『現代理科教育改革の特色とその具現化』東洋館出版社, pp.82-89, 2010
- (31) 西岡加名恵「どのように学力評価計画を立てればよいのか?」『理科の教育』7月号, pp. 14-17, 2010
- (32) 前掲(23)
- (33) 前掲(6)