

Preliminary Study of the Evaluation Method of Scientific Thinking  
—Does Learning Science Mean Acquirement of Scientific Thinking?—

MIYAMOTO Yurina, NAKAJO Mitsuru and GAMOH Keiji

科学的思考の評価法の研究  
—理科を学ぶことで科学的思考は身につくのか—

宮本友里奈・中城 満・蒲生啓司

## 科学的思考の評価法の研究

—理科を学ぶことで科学的思考は身につくのか—

Preliminary Study of the Evaluation Method of Scientific Thinking  
—Does Learning Science Mean Acquisition of Scientific Thinking?—

宮本友里奈 (香南市立香我美中学校) <sup>1</sup>

中城 満 (高知大学教育学部) <sup>2</sup>

蒲生啓司 (高知大学教育学部) <sup>2</sup>

MIYAMOTO Yurina<sup>1</sup>, NAKAJO Mitsuru<sup>2</sup> and GAMOH Keiji<sup>2</sup>

*1 Kagami Junior High School, Kagami City*

*2 Faculty of Education, Kochi University*

### ABSTRACT

Although recent educational intention has been focused on how students in primary and junior high schools acquire scientific thinking ability, a standard for objectively evaluating such thinking has been lacking. Accordingly, the aim of this study is to construct standards for the objective evaluation of scientific thinking. We investigated a definition of 'scientific thinking', then formed criteria for evaluation standards. The Rubric evaluation method was applied as a format for the evaluation standards. During a practical exercise in a junior high school environment, students independently and individually gave comments on some class subjects. The descriptions were applied to the evaluation criteria and an evaluation was briefly performed. The improvement of the criteria for evaluation resulted in the successful construction of objective evaluation standards.

## 1 本研究の背景と目的

理科を学習することによって、科学的思考が身につくとしたらどのような学習活動を通して身につくのだろうか。学習内容について研究すると同時に、授業で科学的思考が身についたかどうかを判断するためには、科学的思考を評価するものさしが必要だと考える。評価についての先行研究においては、科学的思考を表出させる方法として、記述式テスト、自由記述での設問、コンセプトマップ、パフォーマンス評価など様々なものがあるが、思考を評価するものさしは簡単なルーブリック評価で終わることが多い。

一方、科学的思考の定義は数多く存在し、明確に規定されているわけではない。それぞれの立場や使われる場面によって違っているのが現状である。例えば、児童が自然の事象について問題を持ち、それを解決していく過程においてなされていく場合の論理的思考、普遍性を持った客観的概念（事実に基づき全ての人々が納得できる概念）を使って合理的論理的に考えることなどは、科学的思考の性質の一部のみを表している。また、「人間が自然を探究していくとき必要な思考活動、自然科学の知識体系を利用する時の思考活動の全て」[井出 1)]は、包括的ではあるが、抽象的な定義となっている。

これらの問題から本研究では、科学的思考を明確に定義した上で、科学的思考を客観的に評価する評価基準を作成し、その妥当性を検討することを目的とした。

## 2 科学的思考について

### 2-1 科学とは

そもそも「科学的」とは何であるか。小学校学習指導要領 2)には、「科学」が他の文化と区別される基本的な条件として、実証性『考えられた仮説が観察、実験などによって検討することができる条件』、再現性『仮説を観察、実験などを通して実証する時、時間や場所を変えて複数回行っても同一の実験条件下では同一の結果が得られる条件』、客観性『実証性や再現性という条件を満たすことにより、多くの人々によって承認され、公認されるという条件』があげられ、「科学的」とはこれらの条件を検討する手続きを重視すること、と記されている。

これらの条件に加えて、科学的な性質として外せないのが、論理性『前提から一本道を通して結論に行く（主張から一本道を通して理由を述べる）ような、筋道の通ったもの』[道田 3)]だと考える。実証性・再現性・客観性は土台に論理性があるからこそ成り立つのである。以上のようなことから、科学的な性質とは実証性、再現性、客観性、論理性であると定義した。科学の性質について、

[大庭 4)]は以下のように述べている：「科学研究の方法はいつの時代も、教育方針が変わってもずっと変わっていない。」科学研究の方法とは「問題の把握」「情報の収集」「情報の処理」「法則の発見」である。

### 2-2 科学的思考の種類

これらを踏まえ、「科学的な思考」はどのように定義できるだろうか。注意しなければならないのは、「科学」と「科学的思考」が全く同じものではないことだ。[道田 3)]は論理と論理的思考の関係を以下のように述べている。「最終的にある論理の筋道を作るためにはさまざまな可能性を探索し、それらの可能性を比較検討し、消去できるものは消去するというプロセスが必要であり、それが論理的思考なのである。ここで大事になってくるのは、「探す」「問う」「吟味する」「選択する」などという作業である。（それは批判的思考そのものである。）」

この考え方は科学と科学的思考の関係にも当てはめられる。科学的な研究（問題の把握→情報の収集→情報の処理→法則の発見）を行う際、それぞれの場面で様々な思考を働かせている。したがって、それらの思考のうち、「実証性」「再現性」「客観性」「論理性」の性質をもった思考全てが科学的思考といえるのではないかと考える。例えば問題の把握の時には『推論』が、実験や観察の際には『条件制御』の思考が働いているのである(図1)。科学的思考は具体的にはどのような種類があるのだろうか。[井出 1)]や[大庭 4)]はそれぞれ科学的思考の要素を述べている。両者が述べている科学的思考の要件の内、同じ意味のものをまとめ、集約してみた。定義は他の文献も参考にし、わかりやすい表現を採用した。また、実際の授業で扱いやすいように、授業の流れのうち、思考が働くであろうと考えられる場面ごとに分けて整理した(表1)。

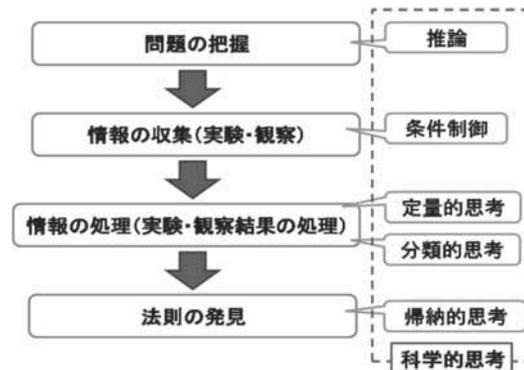


図1 科学的思考とは

表 1. 科学的思考の種類

場面	種類	定義
問題の把握	創造的思考	ひらめき・発見・発想の転換。
	拡散的思考	一つの事象について多くの原因や結果を考える。
	演繹的思考	原理・法則をもとに個々の事象を説明する。
情報の収集	推論	経験や既習事項をもとに予想を立てたり、考察をしたりする。
	要因抽出	自然の事象の変化と関係している要因(原因)を抽出する。
	条件制御	かかわる条件のうち一つだけを変えて、他の条件を同じにして実験を行い調べる。
情報の処理	実証的思考	事実を根拠に考える。
	客観的思考	主観を排除し、だれもが納得できる考え。
	比較	事象を比べたり、類似点や相違点を明らかにしたりする。
	関係づけ	事象を結びつけて考える。
	分類	同類のものを同じグループにまとめる。
	モデル化	事象をモデル化して整理・考察をする。
	グラフ化	事象をグラフ化して整理・考察をする。
	定性的思考	物事の性質を捉える。数値を使わずに、状態や変化の程度を表す。
定量的思考	測るものの性質を数で表す。	
法則の発見	帰納的思考	個々の事象を考察して、一般的な規則性を見出す。
	抽象的思考	幾つかの事象に共通なものを抜き出しそれを一般化して考える。

評価基準の形式はルーブリック評価法を採用した。ルーブリック評価は、一定の目標に基準に達したか達していないかだけでなく、思考の段階を評価することができる。各生徒の科学的思考の段階を評価できれば、生徒一人一人の状況に合わせて次の到達目標を細かく設定しやすくなる。したがって、科学的思考の向上につながりやすくなるため、この手法を採用した。また、客観性を保つため、定義した科学的思考を基に評価基準を作成するようにした。

### 3 方法

#### 3-1 評価基準作成の手順

科学的思考の評価は、授業時の生徒の自由記述や発言から行うようにした。評価の方法には、問題を解く形式や、パフォーマンス評価などさまざまな種類があるが、特別に

課題や評価を行うための時間を用意しなくてはならない。生徒の記述や発言を評価対象にすれば、このような時間を設けることなく、日常的に評価を行うことができる。一方で、生徒の自由記述や発言から科学的思考を評価するためには、評価基準が必要である。

以上のことを踏まえ、以下のような手順で評価を行った。なお作成した評価基準は表3～5に示している。

- ① 評価基準の『場面』の欄に授業の中で主に思考が働くと予想される場面を入れる。
- ② 思考の場面で働くであろう科学的思考を「表1. 科学的思考の種類」の中から選び、『思考の種類』の欄に入れる。
- ③ 表1に対応する『思考の定義』を当てはめる。『思考の定義』をレベル別に細分化するように、授業での評価基準項目を、授業ごとに設定する。
- ④ 授業をした後、生徒の記述を踏まえて項目を選定し直す。
- ⑤ 項目の妥当性を確保するため、複数の教員に項目を見てもらう。
- ⑥ 生徒の自由記述や発言を、設定した基準にあてはめていく。Aを3点、Bを2点、Cを1点とし、表に数字を当てはめていき、生徒ごとに全得点を合計する。

#### 3-2 授業について

中学3年生を対象として研究授業を1時間実施した。評価対象の生徒達は授業前までに「第1分野 運動とエネルギー」を終えていたため、この単元の学習を応用して考察をする「ジェットコースター」[大日本図書『理科の世界3年』]を授業の題材とした。力学的エネルギー保存の法則により、左右対称のレールの端からボールを放すと、反対側のほぼ同じ位置までボールは上がる。もし、レールが途中で切れたら、ボールはどのような動きをするのかを考えることがこの授業の主なねらいである(表2)。

#### 3-3 評価基準の作成

##### I. 評価基準① (表3)

評価基準①は授業実施前に作成した評価基準である。『予想』の場面で、見たことのないレールの先の球の運動を想像する際は、経験や既習事項から考えるため、推論の

力が見られると考えた。経験や既習事項を根拠とし、筋道を立てて予想をたてた理由が述べられていれば A、経験や既習事項を理由にもちいていれば B、予想を立ててはいるが理由がなければ C とした。

『考察』の場面では、「実験結果を踏まえて考察する」といった実証的思考、自分の班の結果だけではなくクラス

全体の結果を見て考察をするなどの客観的思考、球が放した地点まで上がらない理由には重力や抗力が深くかかわっているため、「目に見えない力を想像」する力であるモデル化・創造的思考が働くだらうと考えた。実証的考察では、実験結果を根拠に筋道をたてて考察をできていれば A、実験結果を踏まえて考察ができていれば B、考察はしてい

表 2. 「ジェットコースター」の指導案

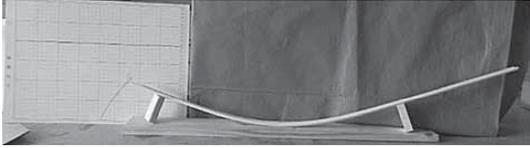
学習活動	教師の支援・留意点	評価規準
1.問題を把握する。	○弧状のレールに球を転がし、球の運動を見させ、球がどこまで上がるのか印をつけ、意識させる。  途中でレールがなくなったら、球はどんな運動をするのだろうか？	記述、発言評価
2.予想を立てる。	○個人のノートに図と文で理由とともに予想を立てさせる。球がレールを離れてから、どこまで上がるのかを具体的に考えさせる。 ○力学的エネルギー保存の法則の確認をする。	
3.実験をする。	○各班にレールを弧状にして固定したものとガラス球を用意しておく。レールの後ろに方眼の厚紙を立てておく。 	
4.考察する。	球は放した位置まで上がらなかった。なぜだろう？ ○実験結果を発表させ、黒板に球の軌道を描いたものを貼っておく。 ○自分の予想と実験結果を照らし合わせて、なぜ球を放した位置まで上がらなかったのか個人で考えさせる。 ○個人で考えたものをもとに班で話し合い、発表させる。	記述、発言評価
5.まとめる。	○生徒が学んだことを書く。	記述評価

表 3. 評価基準①

予想	推論	経験や既習事項をもとに新しいことを想像する。	A 経験や既習事項を根拠に筋道を立てて予想を立てている。 B 経験や既習事項を理由に予想を立てている。 C 予想を立てているが、予想した理由がない。(理由が表現できていない)
考察	実証的思考	実験結果を踏まえて考察を進めている。	A 実験結果を根拠として筋道を立てて考察している様子が記述や発言の中に見られる。
			B 実験結果を根拠として考察している様子が記述や発言の中に見られる。
			C 実験結果を意識せずに考察を進めている。
	客観的思考	自分の班の結果だけではなく他の班の結果を取り込んで考察している。	A 自らクラス全体の班の実験結果をもとに考察をしている。
			B 教師や友人の助言から、クラス全体の班の実験結果も踏まえて考察をしている。
			C 考察の材料にしている実験結果が自分の班の結果のみになっている。
	モデル化・創造的思考	目に見えない力について考察している。	A 重力や抗力を考慮して筋道をたてて理由を考えている。
			B 重力や抗力を考慮して理由を考えている。
			C 考察をしているが重力や抗力を考慮していない。

るが、実験結果を踏まえていなければ C とした。レールから落ちる球の動きを記録した表は、考察の際にはクラス全体のものが出そうため、客観的思考では多くのデータから考察をしようとしているほど高レベルの思考とした。モデル化・創造的思考では、重力や抗力を考慮して筋道をたてて考察をしている場合は A、重力や抗力を考慮して考察をしている場合は B、考察はしているが重力や抗力を考慮していない場合は C とした。

II. 評価基準②(表 4)

評価基準②は授業実施後、生徒の意見を踏まえて評価基準①を改善したものである。『予想』の部分は変えていないが『考察』で変えた部分が多い。経験や既習事項から考察をしている生徒が見られたため、『考察』の場面でも推論を増やした。また生徒の表現の中から実証性のある表現をみつけられなかったため、実証性を排除した。そして、『モデル的・創造的思考』の項目を詳しくした。実際に重力や抗力を具体的にイメージし考察している生徒と、漠然

と重力や抗力という言葉だけを使っている生徒がおり、具体的にイメージできている表現を A とするため「球を放したところまで球が上がらなかった原因に抗力や重力を意識できている」「矢印をつかって重力や抗力を表しながら球を放したところまで球があがらなかった原因を考えている」「頭の中でレールに働く力をイメージできている」と項目を変更した。また、漠然と言葉を使っている表現を B とするために「球を放した地点まで球が上がらなかった原因に重力を挙げている」と項目を変更した。

さらに、「球が放した地点まで上がらない理由」は、レールには重力の成分の反発力として抗力が働いていたが、レールがなくなったために全て垂直下向きに働く重力に変化し、落下運動になることである。そのことを考察するためには高度な思考が必要であるが、その思考に比べると「摩擦や空気抵抗」「音エネルギーや熱エネルギー」を原因として考察することは思考の段階は下がると判断したため、B とした。さらに、A の「他の条件にあてはめて考えている」という項目を増やした。ある生徒が「宇宙で

表 4. 評価基準②

予想	推論	経験や既習事項をもとに予想を立てる。	A	経験や既習事項を根拠に筋道を立てて予想を立てている。
			B	経験や既習事項を理由に予想を立てている。
			C	予想を立てているが、予想した理由を表現できていない。
考察	推論	経験や既習事項をもとに考察をする。	A	経験や既習事項をもとに球を放したところまで球が上がらなかった原因を筋道を立てて考えている。
			B	経験や既習事項を理由に球を放したところまで球が上がらなかった原因を考えている。
			C	考察をしているが、根拠はない。
	客観的思考	自分の班の結果だけではなく他の班の結果を取り込んで考察している。	A	自らクラス全体の班の実験結果をもとに考察をしている。
			B	教師や友人の助言から、クラス全体の班の実験結果も踏まえて考察をしている。
			C	考察の基となる実験結果が自分の班の結果のみになっている。
	モデル的・創造的思考	目に見えない力について考察している。	A	最高地点(球を放した地点)まで球が上がらなかった原因に抗力や重力を意識できている。
				矢印をつかって重力や抗力を表しながら最高地点まで球があがらなかった原因を考えている。
				他の条件にあてはめて考えている。
			B	最高地点まで球が上がらなかった原因に重力を挙げている。
				最高地点まで球が上がらなかった原因に音エネルギーや熱エネルギーをあげている。
				最高地点まで球が上がらなかった原因にまさつや空気抵抗をあげている。
C	最高地点まで球が上がらなかった原因を考えてはいるが、目に見えない力を想像できていない。			

(実験を)やったら保存されるのだろうか？」という記述をしており、この実験を宇宙で行った場合を考えていくと、重力についてさらに深い考察ができる。その点を評価したいと思い、この項目を増やした。

### Ⅲ. 評価基準③ (表 5)

評価基準③は、生徒の記述を踏まえて改善した評価基準②を、さらに4人の先生方と妥当性を検討した上で改善したものである。『予想』場面の「推論」は、何について予想するのかを具体的に書き加えた。『考察』場面では多くの改善点があった。ここでは実証的思考を加え、その定義をA、B、C、の段階別に分けた。それに基づいて、A、B、Cそれぞれの下位項目を、授業で活用できる具体的な表現として設定した。

予想と実験結果を比べる前に、実験結果を認識しなければならない。そのことから、予想と実験結果を比べるという行動を実証的思考の一面と判断した。「モデル的・創造的思考」を「要因抽出・モデル的思考」に変えた。要因抽出とは「自然の事物・現象の変化と関係している要因を抽出する力」である。球が放した地点まで上がらなかった原因を考えることは要因抽出の定義にあてはまり、創造的思考よりも表現が合っているため、変更した。また、A「球を放したところまで球が上がらなかった原因に目に見えない力を挙げ、その力の働き方で考察している」B「球を放した位置まで球が上がらなかった原因に目に見えない力を挙げている」という項目が増えている。実証的思考と同様、2列に分けて評価しやすいようにした。Aは球が放した地点まで上がらなかった原因に力の働き方を具体的にイメージできていること、Bは力を原因として考えているが、漠然としているという違いを持たせた。

評価基準②の「他の条件に当てはめて考えている」の項目が属する思考を『拡散的思考』に変えた。拡散的思考の定義は「多面的な視点から考える」であり、多面的な視点から考えていることで他の条件に当てはめて考えられると判断した。段階を分けるため、A「学習したことが深まるような新たな視点をもっている」、B「学習したことに関する新たな視点を持っている」c「新たな視点をもっていない」とした。

## 4 結果と考察

### 4-1 評価

表5は、実際に生徒の記述を評価したものである。生徒の記述をどのように評価基準にあてはめたか、具体例を示す。以下、生徒の番号は全て表5の生徒番号を示す。

『推論』の部分で、5番の生徒は予想について図2のように球が真下に落ちる様子を書いており、その理由を「重力がはたらくから真下に落ちる」としている。このように、予想と理由の整合性がとれている場合をA評価とした。



図2. 5番の生徒の予想

1番の生徒は図3のような予想を立て、その理由を「運動エネルギーがあるから飛ぶ」としている。なぜ運動エネルギーがあればこのような球の運動をするのかという記述がない。そのため、A評価にはできないが、既習事項から理由を考えようとしているため、B評価とした。

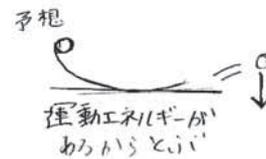


図3. 1番の生徒の予想

『要因抽出・モデル的思考』の部分で、4番の生徒は「レールから離れたら、レールにささえられている分の重力が働いて、それに、普通の重力がたされる」という発言をした。この生徒は「抗力」という言葉は表現できていないものの、「レールが支えてくれている重力」とは抗力を意味しており、レールに球が乗っている時には球に抗力が働いており、レールを離れると抗力がなくなるとを想像できていると判断し、A評価とした。2番の生徒は「重力」、3番の生徒は「空気抵抗とか重力とかが働くから」といったように、単純に重力や空気抵抗といった言葉を書いていて、どのように力が働くかの記述はなかったため、B評価とした。

表 5. 評価基準③(1クラスのうち数人の配点を抜き出しているもの)

		生徒の番号						
		1	2	3	4	5	6	7
予想	経験や既習事項をもとに予想を立てる。	A 経験や既習事項を根拠にレールが途切れるところ以降の運動を筋道を立てて予想を立てている。						
		B 経験や既習事項を根拠にレールが途切れるところ以降の運動を予想を立てている。	2					
		C 予想を立てているが、予想した理由がない。(理由が表現できていない)		1	1			
実証的思考	実験結果を踏まえて考察を進めている。	A 明確な目的のもとで実験結果を根拠とし考察している様子が記述や発言の中に見られる。						
		B 漠然と実験結果を根拠として考察している様子が記述や発言の中に見られる。		2				
		C 実験結果を意識せずに考察を進めている。						
客観的思考	他の班の結果を取り込んで考察している。	A 自らクラス全体の班の実験結果をもとに考察をしている。						
		B 教師や友人の助言から、クラス全体の班の実験結果も踏まえて考察をしている。				2		
		C 考察の材料にしている実験結果が自分の班の結果のみになっている。						
考察	要因抽出・モデル的思考	A 球を放したところまで球が上がらなかった原因に目に見えない力を挙げ、その力の働き方を具体的に考察している。				3		
		B 球を放したところまで球が上がらなかった原因に目に見えない力を挙げている。						
		C 球を放したところまで球が上がらなかった原因を考えているが、目に見えない力を想像できていない。						
拡散的思考	多面的な視点から考える。	A 学習したことが深まるような新たな視点を持つている。						
		B 学習したことに関する新たな視点を持つている。						
		C 新たな視点を持つていない。						
		合計	6	5	5	5	7	

#### 4-2 考察

以上のように、科学的思考を測る評価基準を作成し、授業を実施し、生徒の表現を評価した。ただ評価基準を作成するだけでなく、「3 方法」で示したような科学的思考の定義が反映されやすい方法で評価基準を作成することで、より客観的で、細かいレベル分けができた。改めて、最終的に作成した評価基準③(表 5)と初めに作成した評価基準①(表 3)を比べてみた。

全体的に、評価基準①は項目の具体性に欠ける。実証的思考の表現があいまいであったり、モデル化・創造的思考についての項目が包括的すぎたりするため、生徒の表現を実証的表現として認識するかどうかや、A、B、C の割り振りをどうするかが評価者によって違ってしまふ。一方、評価基準③では、思考の種類が適切なものになっている。また実証的思考、要因抽出・創造的思考の表現が具体的にになり、評価者が違っていても、生徒の表現を同じ思考として認識できたり、A、B、C の割り振りが統一されたりするだろう。

評価基準をつくる際に最も気をつけたことは「評価項目が科学的思考を測る項目になるように」することだ。日々の授業で「科学的思考と思われるもの」を評価しようとしても、知識・理解に偏りすぎたり、興味・関心に偏りすぎたりしてしまう。この問題を改善するために、「科学的思考」を定義し、種類分けすることで科学的思考を具体的なものにし、その上で授業の中で育てたい思考を選びとり、その思考を働かせるような授業を組み立てた上で、評価基準を作成した。

客観性の高い評価基準を作成するにあたって、実践を踏まえた注意すべき点を以下に示す。

##### ア. 評価項目をあいまいにしない

評価項目があいまいであるということは、評価者自身のその項目に対する考えも漠然としているということである。あいまいなままで実際の生徒の記述を前にしても、評価の頼り所が自分の感覚だけになってしまい、客観性は下がる。

##### イ. 授業者(評価者)が「科学的思考とはなにか」を明確に決めておく必要性

まずは科学的思考とは何かを決めておく必要がある。実践を積む中で科学的思考を精査した結果、変化することは除いて、その時々で科学的思考の定義を明確に捉えておか

なければ、評価のぶれが出てきてしまう。そして、科学的思考の幅は広い上、その中で生徒につけられる力は限られている。科学的思考のうち、どの力をつけさせたいのかを決めておけば、授業を重ねていくごとにその力が生徒に身に付きやすくなる。

##### ウ. 授業の構成も曖昧にしない

科学的思考の評価を行うためには、授業の中でも科学的思考が表出する場面を作らなければならない。まずは授業の目標にその時間に育てる科学的思考の種類を示しておく、授業がその目標に達成するような展開にすれば、科学的思考と授業と評価の一貫性が生まれる。また生徒の考えを表出する場面も設けておかなければならない。

##### エ. 複数の評価者で評価を行う

評価基準の客観性を高めるためには、自分以外の人に評価を見てもらう必要がある。自分一人で考えた評価基準②と、先生方に見てもらった後の評価基準③では、明らかに評価基準③のほうが客観性が上がっている。客観性があがった評価基準で得点をつけると、生徒ひとりひとりの科学的思考得点はかなり変わった。

#### 4-3 今後の課題

今後は、同じ評価基準をつかってさらにさまざまな生徒を対象に評価を行いたい。異なる生徒達を対象に評価をすると、生徒によって記述がことなるため、改訂し直した評価基準はそのクラスによって変わってくる。しかし、クラスによって違うところはあっても必ず共通するところはあるはずである。それらの共通点を集約すれば、授業ごとに毎回評価基準を全て作り直さなくても、どの授業でも共通する評価基準の項目ができるであろう。共通する項目ができてくれば、日々の授業で活用しやすくなる。また、異なる単元でも同じように評価基準を作成し、異なる生徒達を対象に評価をおこない、共通項を見つけ出したものを作っていけば、単元をまたいでも共通する部分がでてくるだろう。

そして、さらに客観性の増した科学的思考の評価基準を作成できた次の段階では、一定期間の授業の記録を取り、観察開始時と観察終了時では、生徒の科学的思考に変化があるかどうかを調べたいと考えている。

## 5 まとめ

この評価研究を進めているうちに「科学的思考の客観的な評価基準ができる」だけでなく、教師の指導力向上にも効果が上がっていることが自覚できるようになった。それは、次のようなことである。まず、本研究のための評価基準を作成するために、自分の中で科学的思考とは何なのかを定義する。そして、その科学的思考が表出するような授業を組み立てる必要もでてくる。さらに、授業場面でその科学的思考にあたる生徒の行動や発言は何なのかを考える力もついてくる。すると、授業を深めていくために、生徒一人一人に適切な対応ができる。評価と指導は一体であるとよく言われるが、本研究を進める中でこのような振り返りをおこなうことができたのである。

今後は、今後の課題で示したように生徒が変わっても

授業に共通する評価基準項目を作成していきたい。

### 参考文献

- 1)井出耕一郎,『科学的思考とその評価の意義』,理科の教育, Vol.33 (No.12), pp.9-12 (1984).
- 2)『小学校学習指導要領解説 理科編』,文部科学省, pp.8-10(2008).
- 3)道田泰司,『論理的思考とは何か?』,琉球大学教育学部紀要, 63, pp.141-153(2003).
- 4)大庭景利,『科学教育の方法と評価』,広島教育図書出版協会発表(1983)
- 5)大日本図書,『理科の世界 3年』, pp.68-70 (2011)

