

琉球大学学術リポジトリ

探究の過程を評価するための汎用的なルーブリック の開発

メタデータ	言語: ja 出版者: 琉球大学大学院教育学研究科 公開日: 2018-07-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 木下, 剛志, Kinoshita, Tsuyoshi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/41630

探究の過程を評価するための汎用的なルーブリックの開発

Development of the Versatile Rubric for Scientific Process

木下剛志

Tsuyoshi KINOSHITA

琉球大学大学院教育学研究科高度教職実践専攻・恩納村立喜瀬武原中学校

1. はじめに

2017年3月に告示された新学習指導要領では、児童生徒の主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を行い、新しい時代に必要となる資質・能力を育成することが掲げられた。これらの資質・能力の育成のためには、生徒の学習の成果や過程を評価し、指導の改善や学習意欲の向上を図ることはもとより、学習評価の信頼性や妥当性を高めたりする取り組みを充実させる必要があると考える。

さらに、論点整理（教育課程企画特別部会，2015）では、学力の3要素のバランスのとれた育成に向けて、生徒の学力を多面的にみとり評価を行っていく必要がある、と学習評価の重要性を指摘している。その上で例えば、思考力等の評価については、生徒に論述やレポートの作成、発表、グループでの話し合い、作品の制作等といった多様な学習活動に取り組みさせるパフォーマンス評価が有効であることが述べられている。

パフォーマンス評価とは、リアルな文脈の中で既存の知識や技能を状況に応じて活用することが求められるような課題（パフォーマンス課題）を通して学習者の思考力などを評価する方法である。その際、教師は生徒のパフォーマンスをルーブリックと呼ばれる評価基準表に照らし合わせて評価する。塚本（2003）は、ルーブリックを活用することで生徒の学習意欲や観察・実験結果を客観的に表現する力を向上させることができたと述べている。また、吉田（2003）は、児童にルーブリックに基づいて繰り返し自己評価をさせることで、より主体的な学習活動を生むことができたと述べている。このように、理科学習指導におけるルーブリックの活用には一定の効果があることが報告されている。一方で、山口（2013）は特定課題のルーブリックはパフォーマンス課題ごとに作成する必要がある、その作成には相当な手間と時間がかかることを問題点として指摘している。今日の多忙化した教育現場（青木・堀内，2014）における教師の負担を鑑みると、日常的にパフォーマンス課題とルーブリックを作成し活用することは難しいと考えられる。

一方、特定のパフォーマンス課題にとらわれず、学年や単元を超えて繰り返し使えることのできる汎用的なルーブリックを長期的ルーブリックという。長期的ルーブリックは特定課題のルーブリックの抽象度を上げることで作成できる（田中ほか，2005）。長期的ルーブリックを用いて学習者の学習過程や成果を教師が継続的に評価・フィードバックしたり、学習指導の改善に活かしたりすることで、単元や学年を超えた長期的な視点で生徒の資質・能力を育成できる。

新しい中学校学習指導要領における理科の目標は、「自然の事物・現象に関わり、理

科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を育成することを目指す」ととされている（文部科学省，2017）。このような探究の過程の全部または一部は、観察・実験を通じた学習活動の中で日常的に行われている。生徒が観察・実験の結果をまとめたノートやワークシート、レポートを長期的ルーブリックに基づいて継続的に評価し、フィードバックすることで、探究に必要な資質・能力を培うことができると考える。しかし、探究の過程を評価するための汎用的な長期的ルーブリックの作成に具体的に取り組んだ実践報告を見つけることはできなかった。

2. 研究の目的

中学校理科の授業で行う観察・実験を通じた学習活動において培うことができる資質・能力を明らかにし、それらの資質・能力を学年や単元を問わず多くの観察・実験の授業で評価することができる汎用性のあるルーブリックを開発する。

3. 方法

(1) ルーブリックの作成

理科学習において培うことができる資質・能力は、審議まとめ（文部科学省，2016）の「資質・能力を育成するために重視すべき学習過程のイメージ」の中の「理科における資質・能力」を参考にした。さらに、教科書に記載されている観察・実験を通して培うことができると考えられる資質・能力を明らかにした。これらの資質・能力を整理・分類することで評価の観点を設定した。次に、各観点について、4段階の評価指標を設定した。その上で、各段階に分類される生徒のパフォーマンスの特徴を記述することでルーブリックを作成した。

(2) 実践

A 村立 a 中学校の 1 学年 6 名を対象に授業実践を行った。授業で使用したワークシートをルーブリックに基づいて採点した。

B 市立 b 中学校の 2 学年 1 クラス 28 名を対象に、b 中学校の理科教諭が行った実験において生徒が記述した実験ワークシートをルーブリックに基づいて採点した。

(3) ルーブリックの信頼性と妥当性の検証

生徒が記述した観察・実験のワークシートを複数の評価者でルーブリックに基づいて採点した。各評価者の採点結果を比較し、評価の信頼性を検証した。次に、作成したルーブリックの評価項目が理科において培うことができる資質・能力を捉えることができているかを検証するため、先行研究（小林・後藤，2016 詳しくは後述）と比較した。さらに、生徒が記述した観察・実験のワークシートをルーブリックに基づいて採点し、客観テストの得点との相関を調べた。

4. ルーブリックの開発

特定課題のルーブリックを開発する一般的な手順は、生徒の作品群を複数の評価者

で採点し、それぞれのレベルに分類することで作成する。具体的には、①パフォーマンス課題を実施し、生徒の作品をできるだけ集め、②評価者ごとに生徒の作品を採点する。③全員の採点が終わったら、作品を数段階のレベルに分類し、それぞれのレベルに見られる特徴を記述する。④評価者間で採点が不一致だった作品について検討し、記述を練り直す、という①～④の手順で行われる。このような手順で作成された特定課題のルーブリックは、各レベルの生徒の作品の特徴が具体的に表されているため信頼性が高い採点が可能である。

類似したパフォーマンス課題の評価に応用できる長期的ルーブリックは、複数の特定課題ルーブリックを集め、共通する作品の特徴を抽出し、記述の抽象度を上げることで作成する。このように、一般的なルーブリックの作成には、多数の生徒の作品が必要であり、それらを分析することから始まる。しかし、本研究では探究の過程で培うことができる資質・能力を分析することから始めた。これは、ルーブリック作成の最初の段階で、生徒の作品をどのような観点から評価すべきなのかを明確にする必要があったためである。本研究におけるルーブリック作成の手順を以下に示す。

審議まとめ（文部科学省，2016）では、理科において育成を目指す資質・能力について、「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」の三つの柱に沿って整理されている。「知識・技能」では、自然事象に対する概念や原理・法則の基本的な理解など3項目、「思考力・判断力・表現力等」では、自然事象の中に問題を見いだして見通しをもって課題や仮説を設定する力など4項目、「学びに向かう力・人間性等」では、自然を敬い、自然事象に進んでかかわる態度など5項目が挙げられていた。これらは、新しい中学校学習指導要領の理科の目標を達成するために必要な資質・能力であり、探究の過程を通して培われるべきものである。

次に、教科書に記載されている観察・実験を通して培うことができる資質・能力について分析した。分析には全国でもっとも採択率が高く、沖縄県内の公立中学校で広く採用されているC社の教科書を使用した。

まず、教科書に記載されている観察・実験の総数を調べた。その結果、記載されている観察・実験の総数は、1年生が27、2年生が24、3年生が21で合計72であった。これらの観察・実験を通して培うことができると考えられる資質・能力は、「知識・技能」では、概念や原理・法則の基本的な理解など4項目、「思考力・判断力・表現力等」では、既有概念と比較し相違点や共通点を見いだす力など23項目、「学びに向かう力・人間性」では、日常との関連性の気づきなど9項目の計36項目であった。

審議まとめにおいて示された資質・能力と、教科書の分析により明らかになっ

表1 評価の観点と資質・能力

観点	資質・能力
①科学的な知識の理解	概念や原理・法則の基本的な理解(内容知) メタ的な空間概念を持っている
②観察・実験の基本的な技能	探究のために必要な実験・観察等の基本的な技能 五感を使って観察する
③自然事象の中に問題を見いだす力	自然事象の中に問題を見いだす力 見通しをもって課題を設定する力 新たな疑問を持ったり次の課題を発見したりする力
④見通しをもって仮説を設定する力	見通しをもって仮説を設定する力 予測する力
⑤解決方法を立案する力	解決方法を立案する力 観察・実験に必要な材料を選択する
⑥既有概念と比較し相違点や共通点を見いだす力	既有概念と比較し相違点や共通点を見いだす力 変化に気づく力 観察して特徴を見つける力
⑦わかりやすく表現する力	考察に必要な資料や情報を収集する力 観察・実験の結果を処理する力 わかりやすく表現する力
⑧新たな概念や原理・法則を見いだす力 (帰納的な思考)	新たな概念や原理・法則を見いだす力
⑨科学的な根拠を基に説明する力 (演繹的な思考)	得られた結果を分析して解釈する力 科学的な根拠を基に表現する力 モデルで表して説明する力 グラフから解釈する力 数式化する力
⑩日常との関連性の気づき	日常との関連性の気づき 科学的根拠に基づき判断する態度 科学することの面白さや有用性の気づき 防災に対する高い意識
⑪粘り強く挑戦する態度	粘り強く挑戦する態度 話し合いに積極的に参加する態度

課題研究最終報告

た資質・能力を類似項目にまとめたり，観察・実験の過程を記録したノートやワークシートの記述から読み取ることが難しいと判断したものを削除したりして，11の観点に整理した(表1)。これを学力の3要素と照合すると，「知識・理解」が2観点，「思考力・判断力・表現力等」が7観点，「学びに向かう力・人間性」が2観点となった。

次に，それぞれの観点についての評価指標をAからDまでの4段階で，各レベルに見られる特徴を記述した(表2)。ワークシートの記述について，十分満足できると判断されるものを評価Aとした。おおむね満足できる状況とされるものを評価Bとした。努力を要すると判断されるものを評価Cとした。ほとんど記述が見られず，空欄に近いものを評価Dとした。

表2 観察・実験における汎用的なルーブリック

	観点	A	B	C	D	
①	知識・技能	科学的な知識の理解	教科書の内容を理解し，自分なりの表現で記述している。	教科書の内容を記入しているが，不十分である。	空欄である。	
②	観察・実験の基本的な技能	実験器具を正しく操作し，安全性を高める工夫をして観察・実験を手際よく行っている。	実験器具を正しく操作し，安全に観察・実験を行っている。	実験器具を正しく操作していない。	実験器具をまったく操作していない。	
③	思考力・判断力・表現力	自然事象の中に問題を見いだす力	学習内容と日常を関連付けた疑問を持っている。	学習内容について自分で疑問を持っている。	学習内容について疑問を持っていない。	
④		見通しをもって仮説を設定する力	根拠をもって仮説を立て，それを科学的に説明できている。	根拠をもって仮説を立てている。	根拠をもたず，直観的な仮説を立てている。	仮説を立てていない。
⑤		解決方法を立案する力	多角的に検証し，課題解決できる実験方法を立案している。	課題解決できる実験方法を立案している。	課題解決できない実験方法を立案している。	実験方法を立案していない。
⑥		共通点や相違点を見いだす力	共通点や相違点を多角的に見いだしている。	共通点や相違点を2点見い出している。	共通点や相違点を1点見い出している。	共通点や相違点を見い出していない。
⑦		わかりやすく表現する力	文章および図表・グラフ・スケッチ・モデルのいずれかで表現している。	文章でわかりやすく表現している。	文章での説明が不十分である。	文章で表現していない。
⑧	新たな概念や原理・法則を見いだす力(帰納的な思考)	結果とその他の情報をもとに科学的に正しい概念を見出している。	結果から科学的に正しい概念を見出している。	結果から科学的に不十分な概念を見出している。	科学的概念を見出していない。	
⑨	科学的な根拠を基に説明する力(演繹的な思考)	科学的な概念をもとに複数の現象を説明している。	科学的な概念をもとに現象を説明している。	科学的な概念をもとにした説明が不十分である。	科学的な概念に基づいた説明していない。	
⑩	学びに向かう力・人間性	日常との関連性の気づき	学習内容から，科学の有用性や防災について触れている。	学習内容と日常を関連付けている。	学習内容と日常の関連付けが不十分である。	日常と学習内容を関連付けていない。
⑪	粘り強く挑戦する態度	教師の想定より多い量の記述をしている。	教師が想定する量の記述をしている。	教師の想定より少ない量の記述をしている。	ほとんど記述していない。	

ルーブリックの観点は，「知識・技能」に関するものが2観点，「思考力・判断力・表現力等」に関するものが7観点，「学びに向かう力・人間性」に関するものが2観点であり，思考力等に関するものが他より多かった。これは，探究の過程に必要な資質・能力の中核は，知識を活用する力などの思考力等であり，生徒の資質・能力を的確にみとめるためには評価の観点を具体的に設定する必要がある。ルーブリックの「思考力・判断力・表現力等」に関する観点は，理科における探求の過程の様々な場面で評価していくことが求められる。

作成したルーブリックの記述語は，抽象度がかなり高いものとなった。これは，探究の過程は単元や学年を超えて繰り返し行われ，その探究の過程を評価するための汎用的なルーブリックは，長期的ルーブリックに近い性質を持つからであると考えられる。また，評価指標の各段階の特徴の記述は，制作者の現場における実践を通じた経験に基づくところが大きい。そのため，規準③の評価Cの特徴を記述することができなかった。これらの記述については，今後より多くの教師にルーブリックを使ってもらうことで加筆・修正していく必要がある。

5. 授業の実際

作成したルーブリックの信頼性を検証するため、A 村立 a 中学校 1 学年 6 名を対象に授業を行い、生徒の観察・実験ワークシートをルーブリックに基づき採点した。単元「花のつくりとはたらき」では、評価の観点を④、⑦、⑪に設定した。

授業は、ルーブリックの作成に用いた C 社の教科書に記載されている観察・実験に沿って行った。授業に使用したワークシートを図 1 に示す。ワークシートはどの観察・実験でも使用ができるように、理科の観察・実験の流れ(目的, 仮説, 実験方法, 結果, 考察, まとめ)に沿って、生徒が自由に記述できるようにした。また、ワークシートの最後には自己評価の欄を設け、授業者が設定した観点について自己評価させた。

図 1 観察・実験ワークシート

6. 信頼性の検証

(1) 複数の評価者による採点

作成したルーブリックをもとに、A 村立 a 中学校 1 学年 6 名の生徒 (a~f) の実験ワークシートを中学校理科教員 4 名、大学教員 1 名、大学院生 1 名の評価者 (A~F) で採点した。評価 A を 3 点、評価 B を 2 点、評価 C を 1 点、評価 D を 0 点とした。その結果を表 3 に示す。

観点④「見通しをもって仮説を設定する力」は、評価者 B 以外はすべて一致していた。観点⑦「わかりやすく表現する力」と観点⑪「粘り強く挑戦する態度」は、観点④のように評価者の一致率は高くなかった。

評価者間の評価一致率を検証するために、IBM SPSS Statistics ver.24 で Kendall の順位相関係数を求めたところ、観点④の相関係数は 1.000 でかなり強い相関があった。同様に観点⑦では.464、観点⑪でも.474 で、どちらも強い相関があった。

これらの結果から、作成したルーブリックの観点④、⑦、⑪に基づいた評価には信頼性があると言える。

7. 妥当性の検証

表 3 各評価者の採点結果

評価 規準	生 徒	評 価 者					
		A	B	C	D	E	F
④	a	1	3	1	1	1	1
	b	0	0	0	0	0	0
	c	0	0	0	0	0	0
	d	1	3	1	1	1	1
	e	1	3	1	1	1	1
	f	0	0	0	0	0	0
⑦	a	1	2	2	1	2	3
	b	1	2	1	1	1	1
	c	3	3	3	2	2	1
	d	3	2	2	1	2	3
	e	3	1	1	1	1	3
	f	2	2	2	2	2	2
⑪	a	1	2	2	2	2	1
	b	1	2	1	2	1	0
	c	1	2	2	2	1	1
	d	2	2	2	3	2	2
	e	2	2	1	2	1	1
	f	1	2	2	3	2	1

(1) 理科において培うことのできる資質・能力

小林・後藤(2016)は、理科学習における探究の技能を国立教育政策研究所が提案する21世紀型能力の思考力の要素およびその下位項目に分類した。これらの下位項目と、本研究で整理した実験を通して培うことができる資質・能力を比較した(表4)。

観点③の「自然事象の中に問題を見いだす力」は、問題解決・発見の下位項目 a に近いと考える。同じく観点④の「見通しをもって仮説を設定する力」は、下位項目 b に、「解決方法を立案する力」は、下位項目 c に近いと考える。観点⑨の「得られた結果を分析して解釈する力」下位項目 d に近いと考える。

観点⑩の「科学的な根拠を基に説明する力」は、論理的・批判的・創造的思考力の下位項目 e~h に当たると考えられるが、小林・後藤の方がより細かく、「科学的な根拠をもとに説明する力」について分析している。

観点⑩の「日常との関連性の気づき」や「科学することの面白さや有用性の気づき」は、既習の問題解決のための考え方を日常生活に当てはめて新たな問いを見つけ、適応するという意味で捉えると、下位項目 j に近いと考える。メタ認知・学び方の学びの下位項目 i は、資質・能力に近いものが見当たらなかった。

以上のように、本研究で作成したルーブリックは問題解決・発見に必要な資質・能力はワークシートの記述から見とることができると考えられる。しかし、論理的・批判的・創造的思考やメタ認知・学び方の学びについてはさらなる検証が必要である。

表4 実験を通して培うことができる資質・能力と小林・後藤(2016)が示した「21世紀に求められる資質・能力」の「思考力」の要素及びその下位項目

実験を通して培うことができる資質・能力	要素	下位項目
自然事象の中に問題を見出す力	問題解決・ 発見	a 自然の事象を観察して問題を見つけ、問いを立てる。
見通しをもって仮説を設定する力		b 問題解決のための仮説を立てる。
解決方法を立案する力		c 問題解決のための観察・実験の計画を立てる。
得られた結果を分析して解釈する力		d 問題解決のための観察・実験を行い、分析・解釈する。
科学的な根拠を基に説明する力	論理的・ 批判的・ 創造的思考力	e 見出した問題の問いが、観察・実験で解決できるものになっているかどうかについて説明する。
		f 仮説が観察・実験で検証できる表現になっているかどうかについて説明する。
		g 観察・実験における条件の制御の仕方や方法等が適当かどうかについて説明する。
		h 観察・実験で得られた結果にもとづいた考察や結論が切かかどうかについて説明する。
	メタ認知・ 学び方の学び	i 観察・実験で問題を解決する過程及び終えた後において仮説の設定、観察・実験の計画・実施・進捗状況・結論を振り返って、説明する。
科学することの面白さや有用性への気づき		j 新たな問題に対して、仮説の設定の仕方、観察・実験計画・実施等、既習の問題解決のための考え方や提要の仕方について説明する。

(2) ルーブリックに基づいた評価と客観テストの得点

B市立b中学校1学年1クラス28名を対象に、客観テストによる評価とルーブリックによる評価の相関を調べた(図2)。客観テストの得点は、11月に実施した定期テスト

トの「科学的な思考・表現等」の観点別得点とし、ルーブリックの得点は授業で生徒が記述した観察・実験ワークシートをルーブリックの観点④及び⑦に基づいて評価した得点の合計とした。評価結果の相関を調べるために、IBM SPSS Statistics ver.24でPearsonの相関係数を求めたところ、.594($p < .01$)で有意な相関があり、仮説を立てたり、結果をわかりやすく表現したりすることができる生徒は、客観テストにおける評価も高かった。

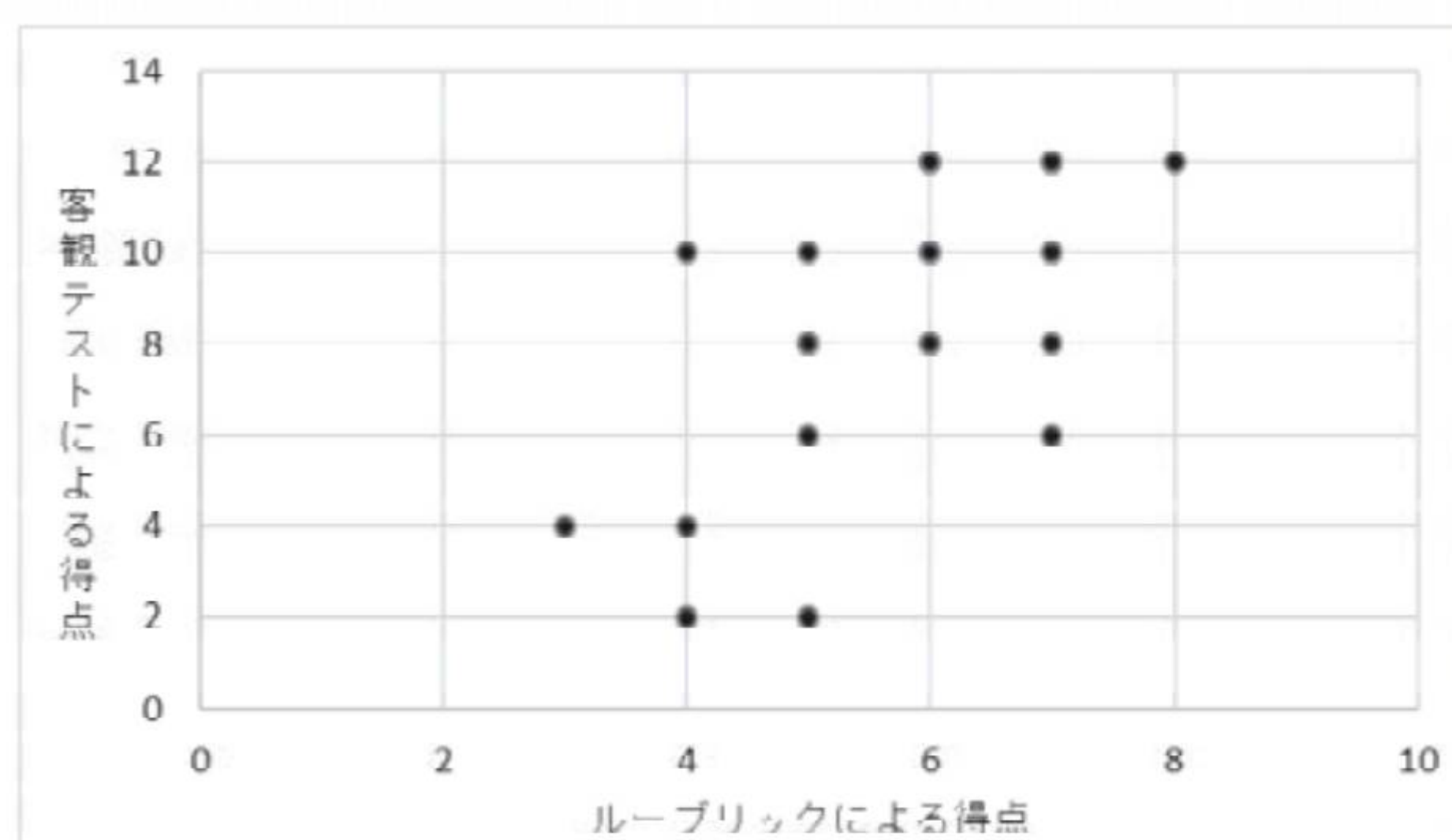


図2 ルーブリックと客観テストによる評価

以上の結果から、作成したルーブリックに基づいた評価のうち観点④と⑦には妥当性があると言える。

8. まとめ

本研究では、理科学習指導において探究の過程を単元や学年を超えて継続的に評価することができる汎用的なルーブリックの作成を試みた。作成したルーブリックは、「知識・技能」に関するものが2観点、「思考力・判断力・表現力等」に関するものが7観点、「学びに向かう力・人間性」に関するものが2観点であった。観点④「見通しをもって仮説を設定する力」、観点⑦「結果をわかりやすく表現する力」、観点⑩「ねばり強く挑戦する態度」については、ルーブリックに基づいた評価に信頼性があることを検証することができた。また、観点④「見通しをもって仮説を設定する力」と観点⑦「結果をわかりやすく表現する力」については、ルーブリックに基づいた評価に妥当性があることを検証することができた。

本研究で作成したルーブリックの妥当性を検証するためには、生徒のワークシートのサンプル数が少なかった。これは、筆者の現在の勤務校が小規模校であるためである。今後、他校に勤務する理科教諭の協力も得ながら、多くの実験を通してサンプル数を増やし検証していく必要がある。また、信頼性と妥当性の両方の検証ができたのは設定した11観点のうち2観点のみだった。松下(2014)はルーブリックを用いた評価実践の蓄積が乏しいため汎用的ルーブリックの開発は難しいことを指摘している。本研究で作成したルーブリックも、今後は全ての観点について検証を重ね、記述語を加筆修正しながら完成度を高めていく予定である。

9. 展望

本研究で作成したルーブリックは、「思考力・判断力・表現力等」を評価するための観点を7つ設定した。このように、評価の観点を具体的に設定することで、教師が評価したいと考えている生徒の資質・能力を的確に評価することができる。また、ルーブリックを用いることで、客観テストでは評価しにくい資質・能力を評価することができる。例えば、定期テストなどの客観テストは学期に数回しか行われず、出題範囲や解答時間に制限がある。このような評価方法では、本研究で検証できた観点④の「見

通しをもって仮説を設定する力」や観点⑦の「結果をわかりやすく表現する力」を評価するのには限界がある。これらの観点を評価する場合は、普段の授業で記述させたワークシートをルーブリックに基づいて継続的に評価していくほうが妥当である。

以上のことから、理科における探究の過程において培うことができる資質・能力のうち、「思考力・判断力・表現力等」については汎用性のあるルーブリックに基づいて評価することができる可能性がある。一つのルーブリックを繰り返し評価に用いることで、教師は生徒にどのような資質・能力がどの程度身に付いているのかを継続的にみとることができ、長期的な視点で学習指導に活かすことができる。また、ルーブリックを生徒に示すことにより、生徒は理科学習を通してどのような資質・能力を身に付けるべきなのかを理解することができるであろう。このように、汎用性のあるルーブリックを評価に用いることで、教師と生徒が理科学習の目的を共有することができる。

付記

本稿は第 67 回日本理科教育学会全国大会口頭発表（木下・比嘉，2017）へさらに研究を重ね、大幅に加筆したものである。

文献

- 青木純一・堀内正志（2014）.「教員の多忙化をめぐる経緯と教員勤務実態調査に関する一考察 —学校における効果的な多忙化対策の基本的論点を探る—」『日本女子体育大学紀要』44, pp. 17-26.
- 小林辰至・後藤顕一（2016）.「『理科』における『21世紀に求められる資質・能力』の『思考力』の捉え方」『上越教育大学研究紀要』35, pp. 229-238.
- 教育課程企画特別部会（2015）.「教育課程企画特別部会 論点整理」
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2015/12/11/1361110.pdf（2017年10月10日閲覧）
- 松下佳代（2014）.「学習成果としての能力とその評価—ルーブリックを用いた評価の可能性と課題—」『名古屋高等教育研究』14, pp. 235-255.
- 文部科学省（2016）.「審議まとめ」http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2016/09/09/1377021_4_1.pdf（2017年10月10日閲覧）
- 文部科学省（2017）.「中学校学習指導要領」
- 田中耕治ほか（2005）.『新しい時代の教育課程』有斐閣アルマ, pp. 191-193.
- 塚本泰平（2003）.「評価基準及びルーブリックを活用した理科指導の試み」『理科の教育』52(6), pp. 408-411.
- 山口陽弘（2013）.「教育評価におけるルーブリック作成のためのいくつかのヒントの提案 —パフォーマンス評価とポートフォリオ評価に着目して—」『群馬大学教育学部紀要 人文・社会科学編』62, pp. 157-168.
- 吉田弥（2003）.「各種表現方法とルーブリックを取り入れた理科学習と評価」『理科の教育』52(7), pp. 472-475.