

ルーブリックの提示方法の違いが 理科実験レポートの記述に及ぼす影響

栗原 淳一

群馬大学教育学部理科教育教室

二宮 一浩

群馬県太田市立綿打中学校

(2013年9月18日受理)

Effects of differences in methods of presenting rubric on the description of the experimental report in science lesson

Jun-ichi KURIHARA

Department of Science Education, Faculty of Education, Gunma University

Maebashi, Gunma 371-8510, Japan

Kazuhiro NINOMIYA

Watauchi Lower Secondary School

Ota, Gunma, 370-0346, Japan

(Accepted on September 18th, 2013)

I. はじめに

小・中学校の学習指導要領（2008年3月告示）においては、国語科のみならず幅広い教科等において言語力の育成を行うことが示されている¹⁾²⁾。理科においてはこれまで以上に、記録、要約、説明、論述といった言語活動を充実させ、思考力・表現力を育成することが求められている。柴田（2006）は、論理的・反省的に考えたり、科学的概念を習得したりする際には、言語を媒介として意識的・随意的に思考する必要があるとしている³⁾。このことから、書き言葉の随意的使用は、科学的概念の習得や科学的な思考力と密接に関わると考えられる。そこで本研究では、生徒が問題解決の過程に沿って問題を追究しその結果を文章に表現するという活動が、科学的な思考力・表現力の育成につながると考え、理科の実験レポートに着目した。

また、近年の理科教育においては、仲間との協同学習が注目され、子どもたちは教師や生徒同士との相互作用を通して知識を協同的に構成していくことが明らかにされている⁴⁾⁵⁾。しかし、理科の実験レポートを協同的に作成する過程で生成された相互作用のある対話について、質的な分析を行った研究はほとんどない。そこで本研究では、相互作用の状況を明らかにする、対話の質的な分析に着目した。相互作用のある対話（Transactive Discussion：TD）の質的分析は、知識の協同構成場面において、相互作用の状況を明らかにする手掛かりになると示唆されている⁶⁾。

一方、近年、学習者に対する「インフォームドアセスメント（Informed Assessment）＝評価の目的や基準に関して実施者と受け手との間にしっかりとした知識の伝達・合意がなされているような評価の在り方」が重要であるという指摘がある⁷⁾。萩原・大内

(2006)は、「指導と評価の一体化」に着目し、教師の具体的な指導と評価の取り組みを生徒が適切に認知した場合に、評定に対する生徒の納得感が高まることを明らかにしている⁸⁾。また、鹿毛(1992)は、理解の程度を生徒自身が確認する目的でテストを実施する評価の在り方が内発的動機付けに及ぼす影響を調査し、インフォームドアセスメントに基づいた評価を行うことが内発的動機付けにポジティブな影響を与えることを明らかにしている⁹⁾。しかし、この研究においては、評価の目的は生徒に伝えられているが、評価基準については生徒に説明されていない。インフォームドアセスメントを考える場合、評価の目的を提示するだけでなく、評価基準の提示かつ基準設定の説明が重要で、特に生徒が基準設定に関わることで基準の意味をとらえることができると考える。そこで本研究では、ルーブリック(rubric)に着目した。ルーブリックは、特にパフォーマンス評価における評価基準の客観性を保証するものとして考案され、田中(2008)によれば、ルーブリックによって評価基準を提示することにより評価の共通理解を図ることができるとしている¹⁰⁾。理科においては、塚本・清水(2006)が、理科のスケッチとメモのルーブリックを教師と生徒で作成することで生徒一人一人が学習の到達基準を明確にし、それを意識することで生徒は高い基準のスケッチやメモを作成することを明らかにしている¹¹⁾。しかし、実験レポートのルーブリックを教師と生徒で作成し、その効果を検討した研究はほとんどない。

以上のように、ルーブリックを利用して、評価基準とその設定理由を生徒に具体的に伝えることで、インフォームドアセスメントを実現できると考えられる。しかし、教師と生徒で実験レポート作成のためのルーブリックを作成し、それを活用して理科の実験レポートを協同的に作成する授業の効果については検討されておらず、効果が見られる場合に、どのような相互作用が生徒の記述に影響を及ぼしているか、質的に検討する余地が残されている。

II. 研究の目的

理科の実験レポートのルーブリックを教師と生徒で作成し、それを活用して協同的にレポート作成を行う授業が、実験レポートの記述に及ぼす影響を明らかにするとともに、その要因を生徒の相互作用のある対話から検討する。

III. 研究の方法

1. 調査対象及び調査時期

調査対象は、群馬県内の公立中学校の第3学年、2学級46名とし、一方の学級(23名)を実験群「教師と生徒でルーブリックを作成する群」、他方(23名)を統制群「教師がルーブリックを提示する群」とした。

また、調査対象の授業は、第3学年単元「酸・アルカリとイオン」を終えて、その学習内容と下学年での既習事項を使って追究できる課題「6種類(塩酸、炭酸水、アンモニア水、水酸化ナトリウム水溶液、食塩水、砂糖水)の水溶液を同定しよう」に取り組む授業とし、2011年11月に行った。

2. 授業の概要と作成されたルーブリック

実験群、統制群ともに、同一の教員が授業を行った。授業は、前述の課題を追究する課題解決学習で、授業の最後に学習を振り返らせながら、一人一人が実験レポートを作成するものである。この実験レポート用ルーブリックを教師と生徒で作成するか、教師が提示するかの違いが、両群の違いである。教師は、両群に対して、「グループのメンバーで協力して実験計画づくりからレポート作成までを行うこと」、「その際、分からないことはメンバーに聞いたり教え合ったりして解決すること」と指示し、本課題解決の過程において生徒の協同的な学びを促した。授業の各時間の概要を次の(1)~(5)に示す。

(1) 第1時「ルーブリックの作成」(実験群のみ)

〈実験群〉

まず教師は、生徒に対して「より良いレポートにするためにどんなことに気をつけて記述したらいい

のだろう」と問いかけ、生徒の反応に対応した。次にB基準以下を示したルーブリックを生徒に提示し、より良いレポートにするためのA基準をグループで考えさせた。その際、教科書に書かれている「レポートの書き方(図1)」¹²⁾を参照して良いこととした。そして、各グループで考えたA基準を教師が集約・整理し、生徒に確認して同意を得たものをルーブリックとした(表1)。

(2) 第2時「実験計画の立案」(両群)

〈実験群〉

課題解決を図る実験の計画を立てさせた。

〈統制群〉

まず教師は、生徒に対して「より良いレポートにするためにどんなことに気をつけて記述したらいいのだろう」と問いかけ、生徒の反応に対応した。次に、ルーブリックのB基準を提示するとともに、教科書に書かれている「レポートの書き方」を提示した。そして、レポートの項だてや記述内容について説明し、その際、実験群で作成したA基準の内容を口頭で伝えた。その後、課題解決を図る実験の計画を立てさせた。



図1 レポートの書き方

表1 ルーブリック

	A 基準	B 基準	C 基準	D 基準
予想仮説	・仮説まで高めた記述としている	・既に学習したことをもとに理由を明確にして予想を記述している	・自分で考えて予想はできているが理由(根拠)が不明確である	・予想を記述できない
方法手順	・薬品の分量や濃度などを記述している ・安全上、器具操作上の注意を記述している ・多角的な検証方法を記述している	・実験の準備や方法、手順を図や表を用いて見やすく記述している ・検証できる実験方法が記述されている	・記述しているが、方法や手順が一部適切でない	・準備、方法、手順を記述できない
結果	・結果に適した表やグラフを用いて記述している ・実験誤差などを考慮し、複数回の実験結果を記述している	・結果(事実)を言葉や数値で記述している ・表やグラフを用いて記述している	・記述しているが、結果を整理できていない ・表やグラフを用いて記述していない	・結果を記述できない
考察	・予想と結果の対比だけでなく、課題や目的に対する答えや結論を記述している	・予想と結果の関連について記述している ・結果を比較・分類・関連付けて考察している	・記述しているが、考察に不備がある	・考察を記述できない

* A 基準は、B 基準を満たしていることが前提である

(3) 第3時「実験と結果の整理」(両群共通)

6種類(塩酸、炭酸水、アンモニア水、水酸化ナトリウム水溶液、食塩水、砂糖水)の水溶液を同定する実験に取り組ませた。実験は各グループごとに作成した実験計画に沿って行われた。

(4) 第4時「考察と結論の導出」(両群共通)

教師は、各グループの実験結果を発表させつつ、結果から分かることを判断材料とともに考察させ、結論を導出させた。

(5) 第5時「実験レポートの作成」(両群)

〈実験群〉

課題解決の過程を実験レポートに記述させた。その際、教師は「A基準に近づくレポートにして、読み人に分かりやすい、より良いレポートを作成しよう」と、教師と生徒で作成したルーブリックを参照させながら実験レポートの作成を行わせた。

〈統制群〉

課題解決の過程を実験レポートに記述させた。その際、教師は「読み人に分かりやすい、より良いレポートを作成しよう」と呼びかけた。また、前時に説明したA基準を想起させ、全体に再度共有させるとともに、B基準を示したルーブリックと「レポートの書き方」を参照させながら実験レポート作成に取り組ませた。

3. 調査の内容

(1) レポートの記述について

両群の実験レポートの質的な違いについては、作成されたレポートを表1のルーブリックによって評価し、比較した。また、実験レポートの作成の時間が終了した時点で、生徒がルーブリックやレポートの書き方をどの程度参照したかを、以下のア～エから選択させ回答させた。

ア：とても参考にした

イ：どちらかという参考にした

ウ：どちらかという参考にしなかった

エ：まったく参考にしなかった

(2) レポート作成時における発話について

協同的な学びにおける生徒の相互作用を調査するために、ICレコーダーを実験機(グループ)に一つ

ずつ設置し、授業中の発話を記録した。なお、分析にあたっては、ルーブリックが直接的に関わる実験レポート作成の時間の発話を対象とした。

Berkowitz, M.W. と Gibbs, J.C. は、「討論過程における相互作用の変化を引き起こす重要な要因は『表象的トランザクション (representational transaction)』ではなく、互いの考えを変形させたり認知的に操作したりする『操作的トランザクション (operational transaction)』の対話の生成である」と指摘している¹³⁾。そこで、記録した発話は、高垣(2004)が Berkowitz と Gibbs (1983) の TD の類型を参考にして設定した質的分析カテゴリ項目¹⁴⁾(表2)に分類し、表象的トランザクションと操作的トランザクションの表出数を調査した。また、実験レポート作成時における生徒の思考や表現に関わるプロトコルを抽出・分析し、両群のレポート記述に影響を及ぼす要因を検討した。

表2 TDの質的分析カテゴリ

カテゴリ	分類基準	
表象的トランザクション	課題の提示	話し合いのテーマや論点を提示する
	フィードバックの要請	指示された課題や発話内容に対して、コメントを求める
	正当化の要請	主張内容に対して、正当化する理由を求める
	主張	自分の意見や解釈を提示する
	言い換え	自己の主張や他者の主張と同じ内容を繰り返して述べる
操作的トランザクション	併置	他者の主張と自己の主張を並列的に述べる
	拡張	自己の主張や他者の主張に、別の内容を付け加えて述べる
	矛盾	他者の主張の矛盾点を、根拠を明らかにしながら指摘する
	比較的批判	自己の主張が他者の示した主張と相容れない理由を述べながら、反論する
	精緻化	自己の主張や他者の主張に、新たな根拠を付け加えて説明し直す
統合	自己の主張や他者の主張を理解し共通基盤の観点から説明し直す	

IV. 結果とその分析

1. レポートの記述について

生徒が作成した実験レポートを、ルーブリックに基づいて評価した。その結果を表3に示す。

表3 実験レポートの評価結果（人数）

		A 基準	B 基準	C 基準	D 基準
予想 仮説	実験群	13	6	4	0
	統制群	8	2	13	0
方法 手順	実験群	16	7	0	0
	統制群	2	15	6	0
結果	実験群	0	17	6	0
	統制群	0	8	15	0
考察	実験群	6	16	1	0
	統制群	1	19	3	0

表4 ルーブリック・レポートの書き方の参照度（人数）

		ア	イ	ウ	エ
ルーブリックを参考にし て作成した	実験群	11	11	1	0
	統制群	0	12	8	3
「レポートの書き方」を 参考に作成した	実験群	4	16	3	0
	統制群	3	10	8	2

実験レポートの予想・仮説の記述、方法・手順の記述、結果の記述において、B 基準以上と C 基準以下の生徒について、直接確率計算 2×2（両側検定）で両群を比較すると、それぞれ $p=0.0133$, $p=0.0215$, $p=0.0169$ となり、5%水準で有意であった。教師と生徒でルーブリックを作成した実験群の生徒は、教師がルーブリックを提示した統制群の生徒より、実験レポートの予想・仮説、方法・手順、結果の3項目において高い基準の記述であったと言える。

また、実験レポートの方法・手順の記述において、A 基準以上と B 基準以下の生徒について、直接確率

計算 2×2（両側検定）で両群を比較すると、 $p=0.0000$ となり、1%水準で有意であった。特にこの項目については、実験群の生徒は統制群の生徒に比べ、A 基準の記述ができたと言える。

次に、ルーブリックやレポートの書き方をどの程度参考にしたかについての生徒の自己評価結果を表4に示す。

表4において、ルーブリックを参照した生徒（アとイ）と参照しなかった生徒（ウとエ）について、直接確率計算 2×2（両側検定）で両群を比較すると、 $p=0.0016$ となり、1%水準で有意であった。教師と生徒でルーブリックを作成した実験群の生徒は、教師からルーブリックを提示された統制群に比べ、ルーブリックをたくさん参照して実験レポートを作成したと言える。

また、レポートの書き方を参照した生徒（アとイ）と参照しなかった生徒（ウとエ）について、直接確率計算 2×2（両側検定）で両群を比較すると、 $p=0.0471$ となり 5%水準で有意であった。実験群の生徒は統制群の生徒に比べ、教科書に書かれているレポートの書き方についても、たくさん参照して実験レポートを作成したと言える。

2. レポート作成時における発話について

(1) 実験群と統制群の発話数

実験レポート作成の時間の発話を TD の質的分析カテゴリに分類した。実験群と統制群のグループごとの発話カテゴリ内訳を、それぞれ表5と表6に示す。

表5 実験群各グループのカテゴリごとの発話数

グループ	表象的トランザクション						操作的トランザクション				
	課題の提示	フィードバックの要請	正当化の要請	主張	言い換え	併置	拡張	矛盾	比較的批判	精緻化	統合
a	1	4	3	6	3	0	0	1	0	6	1
b	0	3	3	5	2	0	0	0	1	5	0
c	0	6	4	4	4	0	0	1	0	4	1
d	0	4	6	8	5	0	0	0	0	6	0
e	0	3	8	7	2	0	0	0	0	4	0
f	0	6	4	9	5	0	1	1	0	8	0

表6 統制群各グループのカテゴリごとの発話数

グループ	表象的トランザクション						操作的トランザクション				
	課題の提示	フィードバックの要請	正当化の要請	主張	言い換え	併置	拡張	矛盾	比較的批判	精緻化	統合
g	0	4	4	4	5	0	1	0	0	1	0
h	1	6	6	5	3	0	2	0	0	0	0
i	0	2	3	7	7	0	0	0	0	1	0
j	0	5	5	3	6	0	0	1	0	0	0
k	0	6	2	2	5	0	1	0	0	0	0
l	1	3	4	2	8	0	0	0	0	1	0

両群とも、表象的トランザクションの発話のほとんどが〈フィードバックの要請〉、〈正当化の要請〉、〈主張〉、〈言い換え〉であった。また、操作的トランザクションの発話数で比べてみると、実験群の方が統制群よりも〈精緻化〉が多く表出していた。

(2) 実験群と統制群の発話プロトコル

実験群においては、ある生徒が〈フィードバックの要請〉や〈正当化の要請〉を行うと、別の生徒が〈精緻化〉していくパターンが多く抽出できた。その事例をプロトコル①に示す。

プロトコル①では、Bが絵を入れた方がいいと思いつつ、その〈正当化の要請〉を行うと(B₆)、Cがルーブリックの基準にある言葉「見やすく」を根拠として説明し〈精緻化〉した(C₄)。また、Aが自分の記述が見やすいかどうか〈フィードバックの要請〉を行うと(A₆)、Bがルーブリックの基準にある「操作上の注意」の視点を出して説明し〈精緻化〉した(B₇)。さらに、Dが実験結果の記述の仕方に不安を抱きつつ、〈フィードバックの要請〉を行うと(D₇)、Cがルーブリックにある「複数回の実験結果」を根拠に〈精緻化〉していった(C₈)。

このような、〈正当化の要請〉や〈フィードバックの要請〉から、ルーブリックの基準を持ち出して説明する〈精緻化〉へのパターンは、実験群の各グループで見られ、実験群における特徴であると言える。

統制群においては、ある生徒が〈フィードバックの要請〉や〈正当化の要請〉を行うと、別の生徒が〈精緻化〉していくパターンより、〈言い換え〉、〈主

プロトコル①：aグループの発話の一部

- B₁：さて、まずは書きますか。〈課題の提示〉(表)
A₁：これ見ていいんだよね。〈正当化の要請〉(表)
B₂：この方法覚えれば、レポート楽。〈主張〉(表)
C₁：Aを指す！ 〈主張〉(表)
(中略)
A₅：絵を入れてみる。 〈主張〉(表)
B₆：方法と手順は、箇条書きの他に絵を入れた方がいいよね？ 〈正当化の要請〉(表)
C₄：うん。絵を入れることで見やすくなるね。 〈精緻化〉(操)
A₆：ねえ、こんな感じだと見やすい？ 〈フィードバックの要請〉(表)
B₇：いいと思う。全体の注意も分かりやすいね。 〈精緻化〉(操)
D₄：あー、分かりやすい。 〈言い換え〉(表)
(中略)
D₇：これって、BTBの色の变化微妙だったよね。 〈フィードバックの要請〉(表)
C₈：青が1回、あと3回が緑だったから、それを理由にすればいいんじゃない。 〈精緻化〉(表)
B₉：それを結果にも考察にも入れると、複数回だし、A(基準)なんだよ。 〈統合〉(操)
D₇：書き方分かった、あ、分かった。〈主張〉(表)
(後略)

注) プロトコル内の〈 〉はTDの下位カテゴリ、()は上位カテゴリを表す(以降、同様に扱う)

張)をしていくパターンが抽出できた。その事例をプロトコル②に示す。

プロトコル②：g グループの発話の一部

(前略)	
A ₄ : ここさあ、やっぱり図かなあ。	〈正当化の要請〉(表)
B ₅ : 図だね。	〈言い換え〉(表)
C ₃ : 図だけでもいいんじゃないね。	〈主張〉(表)
A ₅ : あーね。	〈言い換え〉(表)
(中略)	
C ₆ : ねえ、これは加熱でいいよね。	〈正当化の要請〉(表)
B ₈ : いいと思う。	〈主張〉(表)
C ₇ : この書き方って?	〈フィードバックの要請〉(表)
D ₄ : 私、そこ、ベネジクト液を根拠にした。	〈主張〉(表)
A ₇ : これって、水溶液が分かればいいんだよね?	〈正当化の要請〉(表)
D ₅ : 分かればいい。	〈言い換え〉(表)
(後略)	

プロトコル②では、A がレポートの書き方として図を入れた方が良いと思いつつ、〈正当化の要請〉を行うと(A₄)、B がそれに対して同じ内容を繰り返す述べて〈言い換え〉を行う(B₅)。その後、C が、「図だけでも良い」というループリックの基準を無視した発言をするが(C₃)、A は〈言い換え〉を行ってそれに同調し(A₅)、グループのメンバーがループリックを参照・確認する場面は見られない。また、C がレポートの書き方が不安で〈フィードバックの要請〉を行うが(C₇)、D が自分の〈主張〉を行い(D₄)、ループリックに立ち返る場面はない。さらに、A が書き方について〈正当化の要請〉を行うが(A₇)、D は特に根拠も示さず同じ内容を繰り返す〈言い換え〉を行うに留まった(D₅)。

V. 考察

実験群の実験レポートが統制群のレポートに比べ3項目において高い基準で作成されており、統制群より実験群の方がループリックの参照度が高い。このことから、教師と生徒でループリックを作成することで、より高次のインフォームドアセスメントが実現でき、生徒はループリックの基準の意味を考え、それを理解し、それを踏まえて実験レポートを作成したと考えられる。また、実験群において協同的にレポートを作成する学びの中で、評価基準の意味をより理解できている生徒が、基準のとらえ方や記述の仕方に不安を抱いている生徒に対して理解を促す発話や、基準と記述の関係性について精緻化する相互作用のある発話が多く抽出できた。さらに、実験群の実験レポートが高い基準で作成されていたことから、こうした相互作用によってより深く基準の意味を理解し、それに基づいて高い基準の実験レポートを作成したと言える。

一方、統制群では、協同的なレポート作成において、ループリックの基準を取り上げ説明したり、ループリックと記述を関連付けてとらえる場面は極めて少ない状況であったと言える。このことは、ループリックが教師から提示されただけでは、基準を自分のものとして落とし込めなかったり、基準の理解を深め自分の言葉で説明できなかつたりするのだと考えられる。このことが、実験レポートの記述が高い基準に達しなかった要因の一つであると考えられる。

つまり、教師と生徒で作成したループリックを作成することで、基準の意味を理解できる生徒が多くなる。さらに、このループリックを活用して、一人一人の実験レポート作成ではあるが、本研究のように仲間と相談したり教え合ったりしながら協同的にレポート作成を行うことで、生徒は各自の記述をモニタリングし、評価、修正して高い基準のレポートを作成できるようになったと考えられる。上記のことから、教師と生徒でループリックを作成すること、それを活用して協同的に実験レポートを作成することの一定の効果を明らかにすることができた

言える。

しかし、本研究で使用したルーブリックの内容については、より妥当な基準になるよう検討し、改良していく必要がある。また、教師が生徒とルーブリックを作成する際の指導方法については詳細に検討していない。さらに、ルーブリックを実際の学習評価とどう関連付けていったら良いかという点で課題が残る。

【引用文献】

- 1) 文部科学省：「小学校学習指導要領」, 2008.
- 2) 文部科学省：「中学校学習指導要領」, 2008.
- 3) 柴田義松：「ヴィゴツキー入門」, 寺子屋新書, 2006.
- 4) 栗原淳一：「個別実験を導入した協同的な学びが科学概念形成に与える影響—小学校「水溶液の性質」を事例として—」, 理科教育学研究, **53**(1), pp.39-48, 2012.
- 5) 清水 誠・吉澤 勲：「相互協力関係から生じる相互作用の分析」 「知の創造を図る協同的な教授学習システム及び教師支援プログラムの開発」, 平成 13~15 年度科学研究費補助金 (基盤研究(C)(2)), pp.51-62, 2004.
- 6) Berkowitz, M.W., Gibbs, J.C.: “Measuring the developmental features of moral discussion”, *Merrill-Palmer Quarterly*, **29**, pp.399-410, 1983.
- 7) 村山 航：「テストへの適応—教育実践上の問題点と解決のための視点—」, 教育心理学研究, **54**, pp.265-279, 2006.
- 8) 萩原康仁・大内善広：「通信簿の評定結果の納得感に及ぼす指導と評価に関する教師の取組みの効果」, 教育心理学研究, **54**, pp.441-452, 2006.
- 9) 鹿毛雅治：「教師による評価教示が生徒の内発的動機づけと学習に及ぼす効果—成績教示と確認教示の比較—」, 教育方法学研究, **18**, pp.65-74, 1992.
- 10) 田中耕治：「学力調査と教育評価研究」, 教育学研究, **75**, pp.146-156, 2008.
- 11) 塚本泰平・清水 誠：「ルーブリックを教師と生徒で作成する効果—体細胞分裂の観察を事例として—」, 埼玉大学紀要教育部 (教育科学), **55**(1), pp.1-6, 2006.
- 12) 岡村定矩他：「新しい科学」, 東京書籍, 2011.
- 13) 前掲書 3), pp.399-410.
- 14) 高垣マユミ・田原裕登志：「小学校 4 年理科「水の状態変化」の既有概念の変容過程における発話の解釈的分析」, 理科教育学研究, **46**(2), pp.29-38, 2006.