

数学科における評価の観点 「関心・意欲・態度」の数量化の試み（4）

井上 芳文 河野 芳文 砂原 徹 植田 敦三
 松浦 武人

1. はじめに

平成20年3月に告示された中学校学習指導要領では、理数教育の教育課程の国際的通用性の視点から、数学科においても授業時間数が増加され、単元構成の内容にも変更がなされた。この教育課程の策定にあたっては、次代を担う生徒たちにこれから必要とされる資質・能力が明確にされ、それらは「言語活動の充実」や「理数教育の充実」等に集約され、新しい教育課程の理念として反映されている。

その理念を具現化するための方略として「学び直し」や「数学的活動」といった様々な学習場面の設定が求められている。このような学習を実現する上で、学習者がいまどのような状態にあるのかを適切に把握するための評価活動は、これまで以上に重要な教育活動として位置付けられるべきものである。

本研究では、2006年以来、数学科における観点別学習状況の評価の観点「数学への関心・意欲・態度」を評価するための一つの手法を提案し、その利用の可能性を探りながら実践を継続させてきた。これまでに、様々な学年や分野を対象とした実践を通して得られたデータの分析・検討を行う過程で、その手法を精緻化し、より現実性のある方法として利用可能なものとなるように改良を重ねてきた。

本稿では、従来の評価方法で得られる結果と本研究において提案してきた評価方法で得られる結果の間の関係性について分析し、その手法をより効果的に教育活動に位置付けるための視点を整理することを目的としている。

2. 研究の経緯と評価指標

本研究では、数学に対する「関心・意欲・態度」を総合的に評価するための手法として、4つの評価指標による数量化の手法「4指標評価法」を提案し、それに基づく実践を重ねてきた（表1）。

「評価指標1. アンケート」は、授業の最初の3分程度の時間を利用して、主に家庭での学習状況を調査するものである。予習や復習の状況に加えて、数学的なことに関する考察の有無も点数化の対象としている。「評価指標2. オープンな問題の解決活動」では、解決の方法や問題解決の結果が一つに定まらないオープンな問題を用いて、生徒の思考の多様性を点数化する。この調査は授業時間内に行い、50分の限られた時間の中での生徒の思考活動を評価の対象としている。「評価指標3. レポート形式の問題」では、生徒に数学的なテーマについて数日間の期間を設けた上で、探究活動をレポートとしてまとめて提出させる。ここでは、限られた時間内の活動では現れにくい思考の拡がりや深まりについての情報を収集する。「評価指標4. 授業への参加の度合い」では、授業への貢献という視

表1 4指標評価法

評価指標1. アンケート	(評価点)
①復習	… 0, 2, 3
②予習	… 0, 2, 3
③数学的な思考（調べ物を含む）	… 0, 2, 3
評価指標2. オープンな問題の解決活動	
①条件の明確化	… 0, 1, 2
②数学的な思考の深さ	… 0, 1, 2, 3
③筋道立った展開	… 0, 2
④結果の（発展性を含む）有益さ	… 0, 1, 2, 3
評価指標3. レポート形式の問題	
①レポート作成	… 0, 1, 2, 3
②筋道立った展開	… 0, 2
③自己評価	… 0, 1, 2, 3
評価指標4. 授業への参加の度合い	… 0, 1, 2

Yoshifumi Inoue, Yoshifumi Kohno, Toru Sunahara, Atsumi Ueda and Taketo Matsuura: A tentative proposal for quantitative method to evaluate the attitude toward mathematics in secondary school (4)

点から、生徒の課題への取り組みや発言などを授業者の観察によって評価する。

指標1と指標4による評価は日々の教育活動の中で継続的に行い、それと並行して指標2と指標3による評価を学期に1回程度実施する。この一連の作業によって、各学期における生徒の学習を評価するための情報を収集する。これらの評価活動によって、各生徒には0～29の範囲で評価点が与えられ、その得点によって表2のように評点を決定する。

表2 合計得点によって与えられる評点

	(以上)	(未満)
評価1	0	～ 6
評価2	6	～ 10
評価3	10	～ 14
評価4	14	～ 22
評価5	22	～ 29

この「4指標評価法」を用いて3年間の評価実践を重ねる中で、それぞれの評価指標のある程度の独立性と、指標2, 3での評価問題開発のための視点について明らかにしてきた^{1) 2)}。また、生徒の学習状況を4つの指標を通して分析し、いくつかのタイプに分類して考察することによって、評価と指導を一体化したものにするための示唆を得ることが出来た。

3. 調査の概要と結果

本年度は、「4指標評価法」を用いて中学校1年生を対象に評価実践を行った。その目的は、

- ・ 論証の前段階にある中学1年生での評価問題の利用可能性
- ・ 1学期間という長期的な教育活動の中での「4指標評価法」の効果的な位置づけ
- ・ 学期ごとに記述する観点別評価と4指標評価法との関係性

について考察することである。

(1) 評価問題と評価の実施

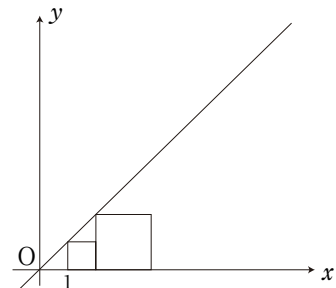
①対象

中学校1年生 1クラス
男子 20名, 女子 20名 (合計40名)

②評価活動の実際

2学期(9月～12月)には、中学1年では主に「比例・反比例」と「平面図形」に関する学習を行う。そこで、10月に「比例・反比例」を題材として「オープン課題」を授業時間内に実施し、12月に「作図」に関するレポートを提出させた(図1, 図2)。

座標平面上に直線 $y = x$ があります。図のように、 x 軸上の点と直線上の点を結んで x 軸に垂直な線分をひき、その線分を1辺とする正方形を直線と x 軸の間につくります。最初の正方形の左下の x 座標は1であり、右隣に同じようにして次の正方形をつくっていきます。

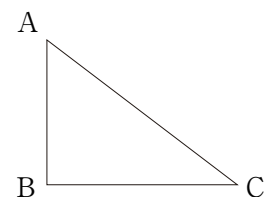


- ① 同様に、3つ目の正方形をつくりなさい。また、できあがった正方形の頂点の座標もかき込みなさい。
- ② できあがった正方形の右上の頂点に注目します。同じ手順で正方形を次々にかいていくとき、それらの右上の頂点の並びについてどのようなことが分かりますか。あなたの考えと、そのように考えた理由を詳しくかきなさい。

また、この問題に関連して、自分で考えた内容をいろいろ書いてみましょう。

図1 オープンな問題

- ① $AB=6$, $BC=8$, $CA=10$, $\angle B=90^\circ$ の直角三角形がある。この三角形の3辺に接するような円(内接円)を作図しなさい。



- ① 作図の手順を説明してください。
- ② その方法で作図した円が、3つの辺に接している理由を詳しく説明してください。
- ② この問題に関する事柄で、自分の考えを広げたり深めたりしてみましょう。

- ・ 関連した問題をつくって考えてみる
- ・ 別の図形に変えて考えてみる
- ・ 面積や長さなどの数量に注目してみる など

図2 レポート形式の問題

(2) 実践の結果と分析

4つの評価指標による評価活動で得られたデータを評価基準に従って得点化すると、各評価指標における得点の状況は次のようになった(表3, 表4)。

表3 各評価指標における得点の平均

	指標1	指標2	指標3	指標4
中1(図形) N=40	2.46	5.05	4.12	1.20

表4 各評価項目得点間の相関係数

全体	指標1	指標2	指標3	指標4
指標1	1			
指標2	0.224	1		
指標3	0.214	0.373*	1	
指標4	0.341*	0.143	0.302	1

(*は無相関検定において $\alpha = 0.05$ で有意)

また、4つの指標において与えられた得点の合計によって各生徒に評価点を与えると次のような分布となった。

- 評価1 0人
- 評価2 10人
- 評価3 13人
- 評価4 17人
- 評価5 0人

一般に、中学校数学科の評価の観点の中で「関心・意欲・態度」については、ペーパーテストによる評価だけに頼ることには限界がある。そこで、様々なところでその評価方法が検討され、評価を実施する際の留意点など多くの指摘がなされている³⁾。今回の調査対象の生徒も、定期テストから得られる情報に加えて、提出された宿題などの取り組みの様子や授業での観察による情報を総合的に判断し、学期ごとの観点別評価を行っている。実際には、定期テストの中に「関心・意欲・態度」に関わる問題を配置し、その解決状況を得点化する。また、宿題などの提出物の活動状況とともに、授業での取り組みの様子も記録しておく。それらのデータを総合的にまとめることによって、観点別評価においては、その目標へ到達状況からA(十分満足できると判断されるもの)、B(おおむね満足できると判断されるもの)、C(努力を要すると判断されるもの)の3段階に評価する。

今回の調査対象の40人の生徒を、これらの従来の方法によって評価したところ、「関心・意欲・態度」の

観点別学習状況の評価は次のような結果となった。

- A …… 18人
- B …… 22人
- C …… 0人

この2つの評価方法による評価結果の間の関係を表した散布図は図3のようになり、それらに有意な相関は見られなかった(相関係数 $r = 0.207$)。図3の散布図の縦軸の数値は、定期テスト、提出物、授業での活動の様子を得点化したもの(0~72)であり、横軸の数値は4指標評価法での得点(0~29)である。

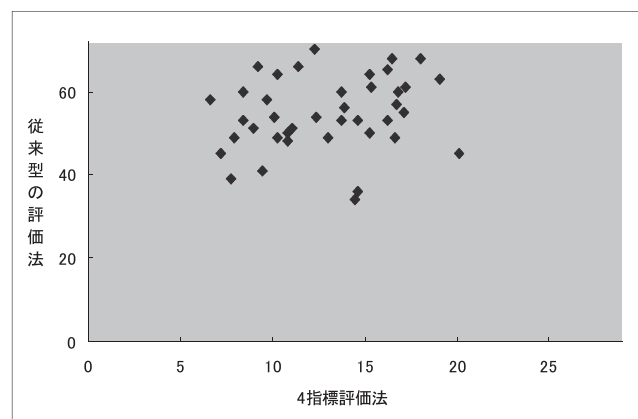


図3 2つの評価法による得点の散布図

4. 結果の分析と考察

(1) 教育活動中での効果的な位置づけ

①継続的な評価としての利用の可能性

本調査では、2学期(9月~12月)を通して4指標評価法による評価を継続的に行った。アンケートについては定期的に実施し、オープン課題を10月に、そしてレポートを12月に実施した。また、指標4による評価は、毎日の授業における発言や取り組みの様子を記録しておくことによってデータの収集を行った。定期テストの時期などに留意し、中期的な指導計画にあらかじめ位置付けて実施したところ、「4指標評価法」による評価は現在行われている教育活動の中でも、十分に利用可能なものであった。

授業をはじめとする教育活動は多岐にわたり、指導者の授業に関わる負担は少なくないが、観点別学習状況の評価を想定した今回の評価手法は、問題の準備から採点までの作業量の面でも十分に利用可能なものであった。

②アンケートの利用

アンケートは定期的・継続的に実施するため、生徒の家庭学習の状況を正確に捉えやすい。点数化するた

めの材料としてだけでなく、学習者の状況を把握しながら、適切なタイミングで必要な働きかけを行うことが可能となる。また、授業の内容に関することがらを積極的に記入させることで、以後の授業展開に効果的に活用できると考えられる。

(2) 中学校1年生への実施の重要性

中学校1年生は論証指導の前段階ということもあり、オープンな問題の設定が難しいことも想定される。論理立った思考展開を評価する姿勢を保ちながらも、生徒の幅広い思考を引き出す工夫が、問題作成の際にも重要となってくる。また、今回の調査での以下のような生徒の記述から、小学校算数から中学校の数学に移行する中で、数学に対する望ましい姿勢を育成するためにも、中学校に入った早い段階から自分の考え方を積極的に広げたり深めたりする活動を取り入れることの重要性が示唆される（以下の文章は自己評価の欄に記述されたものである）。

<オープン課題>

- ・今までやったことのないような課題で、渡された初めはびっくりしたけど、実際にやってみると自分で問題を考えることがとても面白く感じられた。
- ・今まで、特に受験のときなんかは、問題ができたかできなかったかにこだわっていたので、あまりこういう経験はやったことがなかったけど、楽しかったです！

<レポート>

- ・ものを別の視点でみたり考えたりするのは、難しいと感じました。でも、その考えをやってみると、できたりすると嬉しかったです。
- ・やってみて、そうなった理由を考えたりするのはちょっと楽しかったです。

さらには、オープンな問題の解決やレポート作成というこれらの活動は、自分の意見を主張する際に、その根拠を筋道立てて考えることの必要性に気づいたり、相手に分かりやすいように矛盾のない議論を展開することの重要性を認識したりする機会ともなりうる。これらの学習経験は、この先、論証を学習することになる中学1年生にとっては、非常に重要なものである。また、この課題やレポートを利用して、授業の中で自分の意見を相手に伝えるような場面を改めて設定するような授業形態も工夫される必要があるであろう。

また、中学校1年生は既習の学習内容も少ない段階

ではあるが、積極的に考えを拡げてゆくことを促すことで、提出されたレポートの中には次のような思考の深まりも見られた。

例1 円周角の定理

正三角形の外心を作図する中で、中心角と円周角の関係に言及している。図4のように具体的な2つだけの例から導かれた予想であるが、さらに探求することが可能であるし、中学2年生の円周角の定理の学習の導入場面においても利用可能な内容を含んだレポートである。

「学年の目標を逸脱しない範囲内で、後の学年の内容の一部を加えて指導することもできる」という学習指導要領で認められた裁量を活かしながら、生徒の意欲や関心を伸ばしてゆけるように指導計画を柔軟に修正することも重要である。

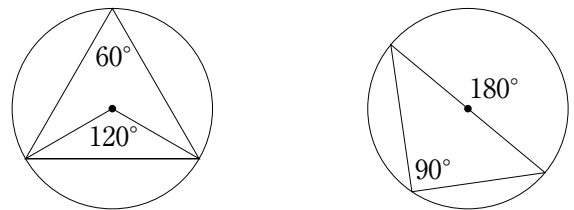


図4

例2 相似比と面積比

直角三角形の辺の長さを1.5倍にして、その直角三角形の面積と内接円の面積をそれぞれ求めている（図5）。さらにこの生徒は、辺の長さを2倍にした直角三角形についても同様の計算を行い、辺の長さの比と面積の比との間に関係を見出そうとしている。

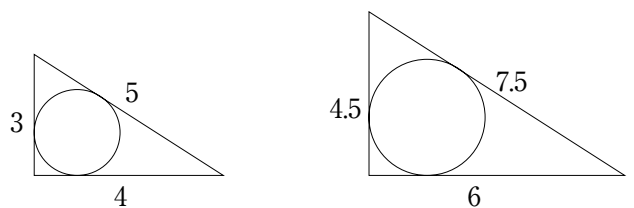


図5

例3 三角形の形状と外心の位置

このレポートは、授業で話題となった問題を自分でレポートにまとめた例である。通常の授業の中で、作図の学習として各自に任意の三角形をノートにかかせ、その三角形に外接する円の作図を行った。外接円の中心が三角形の内部にある三角形をかく生徒が多い中で、ごく少数ではあるが三角形の外部に外接円の中

心がある三角形をかいた生徒がいた。授業では、『この違いは何だろうか』という問題提示だけを行い、授業の中で解決することはしなかったが、そのことを疑問に思った生徒は、三角形の形状と外心の位置についてレポートにまとめたのである。

このような活動を経験する中で、生徒に数学という学問の奥深さと広がりを感じさせ、数学に対する望ましい態度の育成へとつなげてゆくことも、これらの評価活動の大きな目的の一つであるといえる。また、これらの評価活動の中での議論の経験が生徒の創造性に対して良い影響を与えることも期待される。

(3) 観点別評価との関係性

「4指標評価法」による評価と従来の方法での評価との結果の間には有意な相関は認められなかった。この事実は、これまでの評価方法では測定されていなかった側面が評価されている可能性を示している。しかし、このことによってどちらの評価がより適しているという結論に向かうべきではなく、両者を効果的に結びつけることによって、これまで以上に学習者の多様な面を評価することが可能になると捉えるべきである。その上で、「4指標評価法」を用いる利点としては次のようなものが考えられる。

①授業への還元

前述の例のように、課題やレポートに記述された内容がその単元の授業内容をより深化させたり、先の単元に効果的につなげるために利用できる場合がある。指導者が設定した問題場面ばかりでなく、学習を通して生徒の中に生じた発想を活用することにより、生徒がより意欲的に数学に取り組む授業展開を構想することができる。

②評価のための情報量の増加

定期テストの中に、「数学への関心・意欲・態度」を評価する問題を配置することは可能ではあるが、時間的な制約により十分に学習者の内面が表面化しないことも考えられる。しかし、十分に時間を保障した中で、生徒自身に自らの考えを積極的に発展させてゆくことを促すことによって、定期テストの場合よりも記述量も増え、生徒の現状をより詳細に分析することが可能となる。問題の備えるオープン性と時間的制約の緩和がこの評価手法の大きな特徴であり、生徒の数学学習における傾向性を探るための材料をより多く引き出す可能性が生まれるのである。

③多面的な評価

調査対象の中には、従来の方法では「関心・意欲・態度」が低いと評価されているにも関わらず、4指標

評価法では高く評価された生徒が存在する。このような生徒に対しては、これまでの方法による評価だけでなく、さらに別の面からの評価を加えることによって、一面的な評価に偏ってしまう危険を回避することができる。このように、これまでの評価活動に加えて4指標評価法による評価を実施したことにより、これまで以上に慎重な評価を必要とする生徒の存在が明らかとなった。4指標評価法を従来の教育活動の中に効果的な位置づけることによって、より多面的な評価が可能となる。

(4) 数学的活動としての位置付け

新しく実施される学習指導要領においては、「数学的活動」が意識的に取り入れられている。例えば、中学3年では次のように説明されている⁵⁾。

〔数学的活動〕

(1) 「A数と式」、「B図形」、「C関数」及び「D資料の活用」の学習やそれらを相互に関連付けた学習において、次のような数学的活動に取り組む機会を設けるものとする。

- ア 既習の数学を基にして、数や図形の性質を見だし、発展させる活動
- イ 日常生活や社会で数学を利用する活動
- ウ 数学的な表現を用いて、根拠を明らかにし筋道立てて説明し伝え合う活動

この数学的活動は、「数学を学ぶことの面白さや考えることの楽しさ、数学の必要性や有用性を実感する機会」として設定されており⁶⁾、探求型の学習を志向するものである。4指標評価の中の「オープン課題」と「レポート問題」の解決活動は、この数学的活動において期待されている学習そのものである。つまり、これらの評価活動は、評価のためだけに利用するのではなく、その解決活動そのものにも意義があり、学習者の変容を促す貴重な機会となりうる。特に、内容「ア

既習の数学を基にして、数や図形の性質を見だし、発展させる活動」に対しては、これらの教育活動が大きく寄与するものと期待される。実際、これまでの研究においても、オープンな問題を解決する活動が、その後の生徒の変容に好ましい影響を与えている可能性が示唆されている。この4指標評価法による評価活動は、生徒の実態を評価することと生徒の変容を促すことの二つの役割を担うことが出来るものと考えている。

5. おわりに

4指標評価法による評価実践を通じて強く感じるのは、生徒たちが「数学的に考えを発展させていく」素養を備えているにもかかわらず、それを発揮する場面

が少なかったということである。この点からも、オープンな問題の解決やレポートなど機会の提供は、生徒に粘り強くじっくりと考えさせるものとして、これからの社会を生きていく生徒に対する学習指導において、今まで以上に重要視されるべきものではないだろうか。

また、数学に対する「関心・意欲・態度」とは、学習に対する傾向性を捉える概念であり、その様相を探るための工夫は様々な形で実践されてきている。その一方で、それらを評価する手法を考えるのと同時に、それを喚起するための学習環境を整えることも考慮することの必要性が指摘されている⁴⁾。本研究で提案する4指標評価法は、それらの側面を同時に備えた評価手法として教育現場に利用可能なものであると考えられる。

4指標評価法の「オープン課題」や「レポート作成」の活動を通して期待される、自分の考えを発展させ、根拠を示しながらそれを表現する能力の育成は、これからの学校教育全般において重要視されるものである。高等学校の次期の学習指導要領においては、課題学習の導入なども予定されているが、本研究で提示した評価手法はそれらと効果的に組み合わせる位置づけることによって、「生きる力」の育成に十分に貢献できるものと思われる。

引用（参考）文献

- 1) 井上芳文・河野芳文・景山三平・植田敦三・松浦武人・青谷章弘・緒方裕司・砂原徹（2008）, 「数学科における評価の観点「関心・意欲・態度」の数量化の試み（3）」, 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要, pp.165-174.
- 2) 井上芳文・河野芳文・景山三平・植田敦三・緒方裕司・砂原徹・吉田浩一（2007）, 「数学科における評価の観点「関心・意欲・態度」の数量化の試み（2）」, 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要, pp.221-230.
- 3) 小森節男（2004）, 「関心・意欲・態度の評価をどのように行うか」, 『学習評価の工夫改善に関する調査研究』, 国立教育政策研究所, pp.55-59.
- 4) 田中耕治（2008）, 『教育評価』, 岩波書店.
- 5) 文部科学省（2008）, 『中学校学習指導要領』, 東山書房.
- 6) 文部科学省（2008）, 『中学校学習指導要領解説 数学編』, 教育出版.
- 7) 吉田浩一・河野芳文・景山三平・植田敦三（2006）, 「数学科における評価の観点「関心・意欲・態度」の数量化の試み」, 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要, pp.317-326.