



# じつきょう

## 数学資料

No. 66

### NIER「特定の課題に関する調査（論理的な思考）」から思うこと

明治大学理工学部准教授 阿原一志

#### ●はじめに

文部科学省にあるNIER（国立教育政策研究所）は全国学力調査などと並行して、年1度のペースで「特定の課題に関する調査」を行っている[1]。

平成23年度には「論理的な思考」というテーマで調査が行われた。これまでの同調査は小中学生対象であり、かつ特定の教科に依存した調査であった。しかし、この回に限り「論理的な思考」という新しいキーワードによる調査であり、特定の教科に依存しない形式の設問も作られ、かつ高校生を対象とした調査であった。このような枠組みのものはNIERでは初めてであり、NIERが新しい方向性を模索している様子が伺える。

筆者はこの調査に委員として携わったが、そのときの委員会のメンバーは数学教育・国語教育だけでなく、筆者のような数学者や脳科学の専門家も加わっていて実に多彩であり、特定の教科の枠に縛られることなく活発に議論が行われた。その経験を踏まえて、論理的な思考からアクティブラーニングへの展開について個人的意見を述べてみたいと思う。

#### ●論理的な思考の定義は何か

調査を行うにあたって、「論理的な思考とは何か」を定義しなければいけない。以下の内容はお役所的に感じられるかもしれないが、ここで提示された6つの要素には論理的な思考についての大

きなエッセンスが含まれている。

- (1) 規則、定義、条件等を理解して適用する
- (2) 必要な情報を抽出し、分析する
- (3) 主旨や主張を把握し、評価する
- (4) 事象の関係性について洞察する
- (5) 仮説を立て、検証する
- (6) 議論や論証の構造を判断する

以上の6つの行動によって得られた知見について、それを適切に表現することが大切である。

論理的な思考の6項目をより大きな枠組みの中で考えると、「外から与えられた題材を適切に取り込む」「自分の中で論理を展開する」「適切に言語表現する」という構造があり、こうした一連の行動を自立的に行えることが論理的な思考であると考えられる。

#### ●調査問題をぜひ解いてもらいたい

調査問題は[2]に公開されている。ぜひ実際に見て、そして解いていただければと思う。問題のいくつかは知能テストやパズルのように感じられ、またいくつかは国語の読解問題のように感じられるかもしれない。「パズルや知能テストのような問題は入学試験に出ないから数学の教員は解けなくても良い」「言葉の問題は国語だから数学の教員は解けなくても良い」という感想を持つ方もいるかもしれないが、論理的な思考という観点から生徒の資質を育む試みとして

#### もくじ

論説	
NIER「特定の課題に関する調査（論理的な思考）」から思うこと	1
実践記録	
中学校第一学年の関数指導	4

紹介	
中学校の図形教育	8
学校紹介	
香川県立観音寺第一高等学校	12
談話室	
安田まさえさん	16

提案されたものであるため、数学の先生方にはぜひ実際に解いてみてほしい。

なお、だからといって「論理的な思考」を「知能テスト」「パズル」「読解問題」のように単純な言葉の置き換えで考えることは適切でない。というのは、パズルの要素があるものの中にも言語理解や問題分析や仮説検証などの要素を盛り込んだ複合的な出題になっているからである。「題材を取り込む」「論理を展開する」「表現する」という論理的な思考の一連の行動を試す出題であると受け取ってほしい。

また、高校2年生向けの調査ではあるが、高等学校の特定の教科の知識を仮定していない。そのため中学生にも解ける問題であり、学年への依存が少ないことにも注意しておこう。むしろここでは「教科書から流し込まれた知識による解決」ではない部分、たとえば「仮説を立てて検証する」「情報の抽出分析」などにも重点がおかれていると考えられる。

このことから翻って考えてみて、数学の授業のなかで、知識による解決以外の要素がどれほどあるだろうか、ということ振り返ることも教員にとって大切なことだと感じるのである。

#### ●調査の結果に対する印象

調査の結果・分析については文科省の発表が待たれるが（この原稿を書いている段階では未発表であるが、刊行されるころには発表されている可能性もある）、あえて個人的感想をいうと（具体的な数字を挙げることはしないのであくまで個人的感想であるが）、特定の教科によらない質問形式の調査(1A,1B)には、多くの高校生が積極的に取り組み、かつ多くの高校生が通過回答を得ているのである。たとえば、「携帯電話の問題」や「鍵番号の問題」は筆者が予想していたよりもはるかに高い通過率がでており、学校の教科から離れた意味で、現在の高校生の論理的な思考は平均的にみてかなり肯定的な印象を受けた。

#### ●アクティブラーニングと論理的な思考

今回の調査で問われているような論理的な思考を数学的活動に生かす方法について個人的な

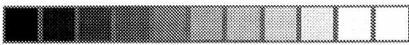
提言をしたい。いわゆる実験を伴うアクティブラーニングによる授業である。すべての単元でアクティブラーニングを実行することは時間的に無理だが、ポイントとなる単元でこの形態の授業を挿入することにより、生徒が論理的な思考と数学とをより有効に結びつけ得ると思う。

標語的にいうとグループ学習による「(a)計算実験→(b)観察→(c)発見→(d)公式化」という過程を体験させる方法であり、メソッドとしては目新しいものではない。この方法のポイントは、教員が準備した道筋にそって生徒が発想するにもかかわらず、生徒側から見ると体験に基づいて自分で見つけたような感覚を引き起こすことであると考えられる。重要なのはそのプロセスであり、生徒が実験・観察・発見・公式化を実体験する過程において様々な形での論理的な思考を行うことが大切なのである。どんな些細なものであっても生徒の自由な発想を教員が拾い上げて評価することで、生徒の論理的な思考が促されるのである。オープンエンドを大切にする一方で数学としての落とし処もわきまえる。プロセスを大切にすることは教員の技量が要求されるのである。

具体的手順を簡単に述べておこう。

教員はクラスを3～4人ずつのグループに分け、「実験サンプル」を5～6種類用意する。実例を挙げると、「中心角が書き込まれている円弧の図を与えて、円周角を自由に加筆してその大きさを測る」[3]や「いくつかの3次の整式を与えてそれを $(x-1)$ で剰余したときの余りを求めさせる」や「(平方完成された)2次式をあたえて、そのグラフを方眼紙にプロットさせる」などが考えられる。いずれも「短時間の実験で済むもの」で「数字や図のバリエーションがあるもの」、かつ「そこから公式を発見できるもの」であることが重要である。想定される公式をブラックボックスとして、数字を変えて結果が変わるのか・変わらないのかがはっきりするような仕組みにする。

(a)グループごとに実験サンプルを全種類配布し、生徒各人に1～2種類を計算・測定させる。計算の速い子、遅い子の足並みをそろえさせるた



めに、人数より多めのサンプルを用意する。ここでの仕掛けはグループ内では全員が異なる実験をするということである。

(b) そのあとに、計算結果から法則性があるかどうかをグループ議論させてまとめさせ、紙などに書かせる。ここでは議論をとおして、まず生徒間で結論らしきものを出させることが重要である。ここでの仕掛けは各人が計算した別々のサンプルを持ち寄って議論するという点である。これは「数学的な結論を出す」という論理的な思考プロセスを体験させる格好の機会である。観測から法則らしきものを引き出せれば「それはなぜか」ということを考えるきっかけになる。

(c) 教員はそれを集めて、平易なものからクラス全体に提示し、発見が正しいかどうか、正しいならばなぜ正しいかを生徒から引き出す。誤りを含む発見もあるかもしれないが、それも批判することなく同様に提示できるとなおよい。

ここで注意を喚起しておきたいが、なぜ正しいかという理由は教科書的な(数学的な)ものに限らないことも想定される。2次関数のグラフなどは、生徒によっては数式計算による証明よりも眼前の現象から言語的に納得することも想定されるだろう。その場合にも、数学的でない考察を否定することなく「生徒自らで作った実験データから観測・発見したというプロセス」を大切にすることで生徒の理解が進むことが期待できる。

(d) 全体の議論をあらかじめ想定した公式へと誘導し、公式を応用した計算問題を解く。これは通常の授業内容への還元である。

#### ●結論：日常の言語活動の連携の必要性

論理的な思考が数学的活動に繋がることはもちろんであるが、NIERの同調査にかかわる委員会を通して筆者が得た感想の1つは、いわゆる「数学の教科書らしいアプローチ」だけが数学的活動とは限らないのではないかと、ということである。

調査問題[2]のなかでも「学園祭の問題」「鍵番号の問題」「携帯電話の問題」などは、取り組み具合も通過率もよかった。このことは日常の言語活動と論理的な思考とは有意に関連している

ことをうかがわせる。一方で、数学の形式による問題(調査2A,2B)には(内容の難易とは独立に)取り組み自体に拒否反応が見られたとの委員会報告もあった。

そのため、調査問題のテーマが日常的であるかどうか、ということが委員会の話題に上がった。たとえば比の問題は苦手な生徒が多く、教える側にとってもなかなか特効薬の見つからない課題であることは共通の認識であると思われるが、「証明・反例の問題」「比の問題」であつてもたとえばこれを「AKB48の総選挙の問題」として出せばどうだったか、などという意見もあった。

「じっきょう数学資料65」の談話室でお笑い芸人のダンカンさんが「身体を使って考えたり測ってみたり、(中略)実験を授業に取り入れてみれば、数学アレルギーもある程度少なくなっていくように思います」と書いておられるが、このことは論理的な思考という観点からも同意できる。

われわれは(程度の問題はもちろんあるが)日常的な体験の中で頻繁に言語活動を通して論理的な思考を繰り返している。つまり体験や言語活動と論理的な思考とは結びつきやすい環境にあると思われる。繰り返すが、特定の教科によらない形での論理的な思考に関する調査では、肯定的な傾向が見受けられることがその理由である。

そう考えてみると、数学における論理的な思考が苦手な生徒、計算はできるけれど文章の読み取りができない生徒には、体験や言語活動から数学へアクセスさせてあげればよいのではないかと思ひ至る。数学から日常の言語活動を解決するだけではなく、日常の言語活動から数学を理解するという方向付けがここでは重要である。このことはアクティブラーニングの中核的な考え方であり、数学における論理的な思考を育む方法論としても有効なのではないかと考える次第である。

[1] <http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokuteikadai.html>

[2] [http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei\\_ronri/index.html](http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_ronri/index.html)

[3] 福井市至民中学校の牧田秀昭先生による公開授業の柴田勝征先生による報告。