

数 学 科

スパイラルでおこなう数学科学習指導の研究

—基礎・基本の定着のために—

藤 原 功 達

1 はじめに

OECD（経済協力開発機構）のPISA調査など各種の調査からは、我が国の児童生徒については、「知識・技能を活用する問題」と「学習意欲」に課題があると見られている¹⁾。このため、文部科学大臣からは、「知・徳・体のバランス（教育基本法第2条第1号）とともに、基礎的・基本的な知識・技能、思考力・判断力・表現力等及び学習意欲を重視し」とあり²⁾、中央教育審議会答申（平成20年1月）では、上記のような児童生徒の課題を踏まえ、「基礎的・基本的な知識・技能の習得」や「学習意欲の向上」などを基本的な考え方として、各学校段階や各教科等にわたる学習指導要領の改善の方向性が示された³⁾。

また、この答申の中で小学校算数科、中・高等学校数学科の改善の基本方針については、次のように示されている⁴⁾。

- ・数量や図形に関する基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、算数・数学の内容の系統性を重視しつつ、学年間や学校段階間で内容の一部を重複させて、発達や学年の段階に応じた反復（スパイラル）による教育課程を編成できるようにする。
- ・子どもたちが算数・数学を学ぶ意欲を高めたり、学ぶことの意義や有用性を実感したりできるようにすることが重要である。そのために、発達や学年の段階に応じた反復（スパイラル）による教育課程により、理解の広がりや深まりなど学習の進歩が感じられるようにすることを重視する。

このことから、発達や学年の段階に応じた反復（スパイラル）による学び直しの機会を設定することで、我が国の児童生徒の課題が解決していくと考える。

文部科学省（現行学習指導要領・生きる力Q&A）では、「学習指導要領においては、一度示した内容を再度示すことは原則としてしていません。しかし、実際の指導においては、ある内容を取り上げる際にそれまでに指導した内容を意図的に取り上げることが、生徒の理解を広げたり深めたりするために有効な場合があります。（中略）このように、学び直しの機会を設定することは、単に復習の機会を増やすことだけを意味するものではないことに注意し、適切に位置付ける必要があります。」とある⁵⁾。

そこで本研究では、反復（スパイラル）による学び直しの機会を学習活動に設定し、基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着と学習意欲を高めることができたかどうかを、指導方法とともに研究することを目的とする。

2 研究の方法

(1) 対象生徒

広島大学附属三原中学校の中学3年生2クラスの生徒80名を対象に調査を行った。

(2) 調査時期

平成27年5月～1月にかけて調査を行った。

(3) 授業構成

反復（スパイラル）による学び直しを次の2通りの方法で実施した。1つ目が、授業開始5分間で行うドリル学習である。実施期間は5月～1月

である。2つ目が、単元前のレディネステストである。本単元との系統性のある内容を学び直しの機会を意図的に設定するものである。調査対象とする単元は「円」である。調査時期は12月で授業計画は次のとおりである。

- 第1次 レディネステスト（1時間）
- 第2次 円周角の定理（3時間）
- 第3次 円周角の定理の逆（1時間）
- 第4次 円周角の定理の活用（1時間）
- 第5次 章のまとめと問題（2時間）
- 第6次 パフォーマンス課題（1時間）

(4) ドリル学習による学び直しの概要

定期的に授業の開始5分間は、ドリル学習を行い、既習内容の復習をした。中学1年生から現在まで学習してきた内容（文字を含む四則計算，方程式，関数，因数分解，平方根など）を幅広く扱った。主に、数量・図形などについての知識・理解や数学的な技能の観点を中心に取り組んだ。また、解答スピードに差がでてきたことや入試に向けての取り組みとして、応用問題を1問加えることにも取り組んだ。さらに、確認テスト（20分）を行うことで、ドリル学習の内容が定着できているかどうかを、定期的に評価した。次の図1と図2は確認テストで行った問題の一部である。

① 次の計算をしなさい。

(1) $2-9 \div (-3)$ (2) $(-2x)^2 \times 3x^3$

(3) $\frac{2x-y}{3} - \frac{3x-y}{2}$ (4) $2a^3b \div \frac{1}{3}ab$

② 次の方程式を解きなさい。

(1) $\frac{2}{3}x - 2 = \frac{1}{2}x - \frac{1}{3}$ (2) $\begin{cases} 4x - 3y = 6 \\ 2x + 5y = 16 \end{cases}$

(3) $0.8 : x = 2 : 7$ (4) $\frac{x-5}{12} + x = \frac{4x+2}{9}$

③ 次の間に答えなさい

(1) $a = -2, b = -3$ のとき, $a^2 - 5b^2$ の値を求めなさい。

(2) 正の整数 m を5でわると、商は n で余りは2であった。 m を n の式で表しなさい。

(3) 次の直線の式を求めなさい。

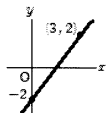
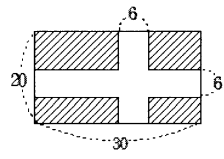


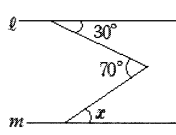
図1 確認テスト

④ 次の間に答えなさい。

(1) 次の図の斜線部分の面積を求めなさい。



(2) 次の図の $\angle x$ の大きさを求めなさい。



(3) 次の図の色のついでている部分の面積を求めなさい。

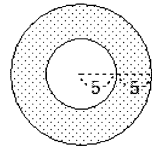


図2 確認テスト

(5) ドリル学習による学び直しの成果と課題

基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、ドリル学習をスパイラルで行ってきた。確認テストは、全5回を実施予定し、現在は、4・6・11・12月の計4回実施している。表1は、「全体」と「支援が必要と判断される生徒」の平均点を表したものである。

表1 確認テストの平均点（25点満点）

確認テスト	4月	6月	11月	12月
全体 (79人)	16.1	16.8	18.6	16.8
支援が必要と 判断される生 徒(9人)	6.9	7.8	7.3	7.5

表1から、全体の平均点については、4月当初に比べ点数に成果が表れつつある。しかしながら、教科の授業で支援が必要と判断される生徒に焦点を当ててみると、平均点については変化が見られなかった。また、個々の点数についても変化が見られなかった。回数を重ねるごとに出题内容が広がることから、難易度については多少の変化があるとはいえ、成果が出たとは言いがたい。

また、表2は、確認テストの通過率が30%未満

の生徒の割合について示したものだが、この値についても、支援が必要と判断される生徒の平均点と同様に成果が見られなかった。

表2 通過率が30%未満の生徒の割合

確認テスト	4月	6月	11月	12月
通過率が30%未満の生徒の割合	11%	10%	11%	11%

これらの結果からは、支援の必要な生徒の基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着が図られたとは言えない。そこで、ドリル学習についてのアンケート（記述）を実施し、支援の必要と判断される生徒と通過率が30%未満の生徒の回答を分析した。

生徒A	実施すると聞いたときは、あまり解けないところがあるから復習ができると思った。実際にやって、とても役に立ちました。
生徒B	わりと難しいけど、力がつくと思う。
生徒C	実施すると聞いたときは、何も思わなかったが、実際にやって自分のためになったのでよかった。
生徒D	実施すると聞いたときは、受験が近くなっていたので、やっていいと思いました。始めのころはあまり文章題とか計算ができなかったけどやってみて、だいぶできたのでよかった。
生徒E	あっという間に終わってびっくりした。しっかり復習することができたと思います。
生徒F	実施すると聞いたときは嫌だった。役に立った。
生徒G	始めは大変そうに思えた。実際にやってけっこう学力向上できた。

生徒H	疲れた。
生徒I	実施すると聞いたときはめっちゃだるいと思った。やってみると一つの習慣としてみについたし、何より、学習面で復習ができとてもよかったと思う。
生徒J	基礎が少しは身についたと思うが、ただ単にめんどくさかった。計算嫌いは治らなかった。

確認テストでは十分な成果をみとることができなかったが、アンケート結果からは、日々のドリル学習について、「役に立った。」「自分のためになった。」「基礎が少しは身についたと思う。」などの肯定的な意見が並んだ。生徒自身が、日々のドリル学習に取り組むことで学習意欲が高まり学力の向上にもつながっていくと考える。しかし、確認テストで力が発揮できていないことについては課題である。

ドリル学習についてのアンケート（4件法 絶対数75名）を実施した結果は以下のとおりである。アンケート項目は①「中学3年の授業をする上で、役に立つことがあった。」②「繰り返し学習をすることで基礎・基本の力が身についた。」である。

表3 ドリル学習のアンケート

	①	②
あてはまる	61%	44%
ややあてはまる	27%	44%
あまりあてはまらない	4%	9%
あてはまらない	8%	3%

表3の結果からドリル学習を定期的実施することに対して、肯定的に答える生徒がともに88%である。しかしながら、12%の生徒が否定的な解答している。否定的な回答の中には、教科の授業が十分に理解できている生徒も含まれていた。

そこで、学習内容が十分に定着していると判断される生徒のドリル学習についてのアンケート

(記述)を振り返ると、大きく次の4つのグループ(I~IV)に分けることができた。

グループ I

生徒N 自分の苦手がみつけやすく勉強に活用できました。
 生徒O 普段やることのない中学1・2年の復習や今やっているとところの復習ができて役にたった。自分の苦手な単元が発見できた。

グループ II

生徒P 限られた時間で問題を正確に解く力が付いた。
 生徒Q 短時間で処理する能力が必要だと感じた。計算力がついた。

グループ III

生徒K 計算ミスが減ってよかった。
 生徒L いい復習になったし、自分の中で数学の基礎を固めるいいこと、だったと思う。
 生徒M 定期的にやることができ学力がつくので後輩にもやらせるべきだと思います。

グループ IV

生徒N 今までの復習もともにできるので、ラッキーと思った。少し簡単すぎるかも。
 生徒O めんどい。
 生徒P めんどくさい。

グループ I~IIIは肯定的に捉えている生徒で、Iのグループでは、苦手な単元を発見し、弱点を克服することを目的として取り組むことができたようだ。IIのグループでは、問題に対して正解を導く力に加え、より早く正確に課題を解決する力を身に付けようとしている。IIIのグループでは、目的意識を持って取り組んでいるようではないが、ドリル学習は必要だと感じ、基礎学力の定着や向

上を実感することができているようだ。グループ IVは、否定的に捉えている生徒で、IVのグループでは、ドリル学習の必要性を感じていなく、目的意識が持っていないようだ。反復(スパイラル)による学び直しを、ドリル学習で行う場合の課題としては、習慣づけるために定期的に行うことで、マンネリ化してしまい、取り組む意欲を失わせてしまっているようだ。個々の目的意識を持たせたり、高めたりすることが必要であった。

(6) 系統性のある内容の学び直しの概要

算数や数学は、系統性の強い教科であることは、言うまでもない。そこで、学び直しの機会を次の3つの目的に合わせて設定し、取り組むことにした。1つ目の目的は、教師が生徒の学習内容の定着状況を把握するためである。また、2つ目は、これからの学習に必要な力が何かを生徒自身に自覚させて学習に取り組ませるためである。3つ目は、本時のねらいを達成するために既習内容でつまずかず、効果的に学習するためである。1つ目と2つ目の目的を達成するために、単元に入る直前にレディネステストを実施し、本単元と系統性のある内容を出題した。3つ目の目的達成のために、既習内容でつまずくこと無く、本時のねらい達成に必要な知識や技能を復習するための機会の設定をした。

単元「円」の第1次では、中学1年生の「円の接線」と「円とおうぎ形」や中学2年生の「三角形や平行四辺形の基本的な性質」、中学3年生の「相似な図形」と系統性を持たせたレディネステストを実施した。図3はその一部である。

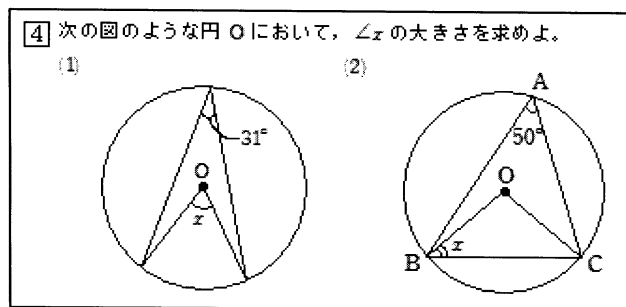


図3 レディネステストの一部

図3では、円の半径や三角形の内角の和、外角の関係について振り返った。一部の生徒は、円の中心と円周までの距離（半径）が一定であることに着目することができていなかった。これらの問題の解説をすると「そうだった。」という反応が見られた。既習内容を引き出す手立てとして、十分に効果があった。第2次では、おうぎ形の中心角や弧の長さ、面積の関係を復習して展開に入った。基礎的な問題と、図4のような応用問題を準備した⁶⁾。

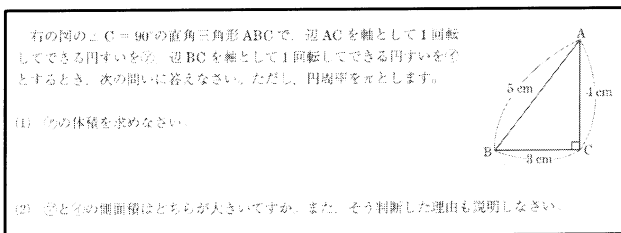


図4 第2次の授業の導入で使用した問題

この問題は、円すいの側面のおうぎ形の弧の長さや中心角が、底面の円の半径に比例していることに着目することで効率よく解ける問題である。また、おうぎ形の弧の長さや面積が中心角に比例することも復習できた。中には、「ピザで説明された。」と以前学習した時の様子をつぶやく生徒もいた。2つの数量を比例の関係で捉えることは、「弧と円周角の関係」を学ぶときに必要となる知識や見方である。生徒にとっては、「等しい弧に対する円周角は等しい。」ということは直観的に理解できるが、論理的に考えるときには、比例の関係も必要となる。第5次については、第6次のパフォーマンス課題に向けて、図5の例題を示し、円周角の特徴を理解できるようにした⁷⁾。

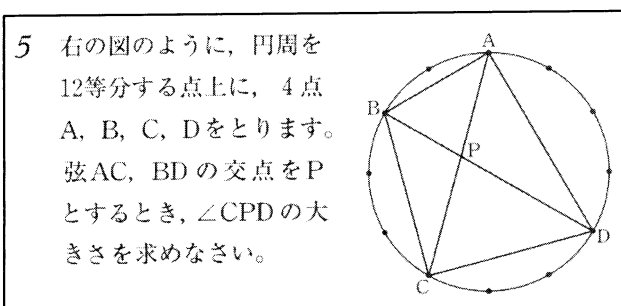


図5 円周角についての練習問題

「弧と円周角の定理」について理解することができていたが、 $\angle CAD$ の大きさを、中心角をもとに考えることができず、円周角の大きさを、

$$360^\circ \div 12 = 30^\circ$$

で求める生徒がいた。多くの生徒が求めていた 30° は、円周角ではなく中心角である。そのことを伝えると、「えっ。」「どうして」という反応であった。直観的に解答しているためである。そこで、補助線を引くことで、与えられた情報から、論理的に考えていくことができるようにし、定理を活用して求めるよう指導した。第6次では、図6のパフォーマンス課題を行った⁸⁾。パフォーマンス課題については、スパイラルで学び直した内容が定着しているかどうか、単元の内容が定着しているかどうかを評価した。

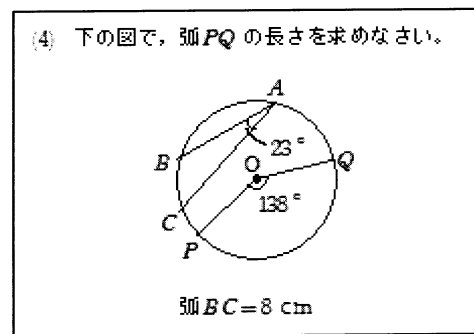


図6 パフォーマンス課題の一部

図6のパフォーマンス課題では、次の比例式を立てた解答が多くあった。

$$23 : 138 = 8 : PQ$$

$$PQ = 48$$

この問題の出題意図は、「弧の長さは、中心角（円周角）に比例すること」と「補助線を引くなどして、中心角（円周角）にそろえて考えること」である。しかしながら、図5の練習問題と同一に、与えられた情報を適切に整理して解き始めることができていない。全体の正解率は、33%であった。このような間違いは、レディネステストから見られていた傾向であった。レディネステストの解説をしていると「そうだった。」という発言がある。また、図5の練習問題でも、直観的に解答してしまっていた。体系的な内容を含んだパフォーマンス

ス課題を作成することで、生徒のつまずきが、既習事項の内容なのか、それとも単元の内容なのか判断することができた。

(7) 系統性のある内容の学び直しの成果と課題

単元の始めに行ったレディネステストは、既習内容の学び直しには効果的だった。8章の「標本調査」に入る前に、中学1年で学習した、相対度数に触れ、代表値・中央値・最頻値などの言葉を出すと、「懐かしい。でも、何か忘れた。」や「復習してほしい。」などの発言が続いた。さらに、新しい単元に入る前に既習内容の復習があった方がいいという発言もあった。レディネステストを行うことで、生徒が系統性を意識することや既習事項の学び直しをステップにして、新しい単元に対して意欲的に取り組もうとする気持ちを向上させることにつながっている。課題としては、学年間や単元の系統表を整理し、学び直しの機会を単元計画の中に示し、単元を見通したレディネステストの作成ができなかったことである。授業の導入で行う学び直しは、短時間でテンポよく行える知識や技能の習得において効果的であった。さらに、パフォーマンス課題の中に、学び直しの内容を含めることで、生徒のつまずきが、どの段階で起きているかを判断することができた。

3 結論と今後の課題

本研究の結果、反復（スパイラル）による学び直しの機会を学習活動に設定し、ドリル学習を、定期的に行うことで、習慣化することができた。また、88%の生徒がドリル学習について肯定的に捉えていた。一方、ドリル学習がマンネリ化してしまい、否定的な生徒もいた。習熟度に個人差があるため、それぞれが目的意識を持って取り組むことで学習意欲や学力向上につなげていく。また、系統性のある内容の学び直しでは、レディネステスト、授業の導入、パフォーマンス課題で学び直しをすることは、単元の内容を理解するうえで、必要であり学び直しができることで、単元への学

習意欲の向上につながったと考える。一方、スパイラルで学び直しをするためには、学年や単元を超えて系統表を作成し、見通しを持ったきめ細やかな単元指導計画が必要であった。

4 おわりに

反復（スパイラル）による学習を行うためには、指導者が中学校の3年間だけではなく、小学校や高等学校の内容についても把握しておかなくてはならない。また、系統性を重視して学年間や学校段階間で内容の一部を重複させて指導するためには、単に学び直しの機会を授業で実施するだけでなく、反復（スパイラル）で学習できる内容を単元指導計画に明記して指導することで、より系統性を意識した学習が展開される。また、生徒自身にそれらの系統を理解させ学習に取り組ませる必要がある。今後は、算数・数学は積み上げ教科である以上、学び直しの機会は、必要不可欠である。今後は、年間140時間（中学3年）の授業の中でどのように位置づけ、50分の授業の中でどのように展開していくのか検証していきたい。

<注および引用文献>

- 1) 文部科学省：「中学校学習指導要領解説 数学編」, p.1, 2008
- 2) 文部科学省：「中学校学習指導要領解説 数学編」, p.1, 2008
- 3) 中央教育審議会答申：「幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」, pp.83-87, 2008.
- 4) 文部科学省：「中学校学習指導要領解説 数学編」, pp.3-7, 2008
- 5) 文部科学省：「現行学習指導要領・生きる力 Q&A」, 2009.
- 6) 学校図書株式会社：「ステップパワード3」, p.127, 2012
- 7) 学校図書株式会社：「中学校数学3資料編」, p.55, 2010
- 8) 学校図書株式会社：「ステップパワード3」, p.101, 2012