振り返りに着目した数学的な見方・考え方の評価に関する一考察

－　第５学年面積の単元を事例に　－

中尾真也
（奈良教育大学大学院教科教育専攻　数学教育専修）
舟橋友香
（奈良教育大学　数学教育講座（数学教育学））

A Consideration on the Assessment of Mathematical Thinking Focusing on Children's Reflection:
Taking the 5th Grade Area Unit as an Example

Shinya NAKAO
(Graduate School of Education, Nara University of Education)
Yuka FUNAHASHI
(Department of Mathematics Education, Nara University of Education)

要旨：本研究の目的は、児童の数学的な見方・考え方の変容を捉え、教師の指導改善の指針を見いだすことのできる形成的評価の方法を提案することである。そのために、児童の数学的な見方・考え方の変容を捉える手法として振り返りが有効であることを示し、振り返りの価値や「書く」ことの意義を取り入れながら、振り返りを蓄積することで、単元を通した視点で数学的な見方・考え方を把握するという評価方法を設計した。そして、第５学年「面積」の単元において振り返りカードを用いた実践を行い、児童の数学的な見方・考え方の変容を捉えること、及び教師の指導改善のための指針について考察した。

その結果、同一の授業を受けていても、異なる考え方で学びを進める児童の姿が浮かび上がり、振り返りの蓄積に基づく評価方法によって特徴的な児童の数学的な見方･考え方の変容を把握することができた。これにより､振り返りカードを用いた効果的な学習指導の在り方が見いだされた。

キーワード：振り返り　reflection
数学的な見方・考え方　mathematical thinking
評価　assessment

１．はじめに

１．１．研究の意図

評価に関して、平成 28 年に示された答申では、「子供たちの学習の成果を的確に捉え、教員が指導の改善を図るとともに、子供たち自身が自らの学びを振り返って次の学びに向かうことができるようにするためには、学習評価の在り方が極めて重要」(p.60) として、学習評価の意義に言及されている。一方で、「学校や教師の状況によっては、学年末や学期末などの事後での評価に終始してしまうことが多く、評価の結果が児童生徒の具体的な学習改善につながっていない」との指摘もあり、評価を教師の指導改善に繋げる必要性についても唱えられている (文科省，2019)。

観点別学習状況の評価の実施に関して、平成 29 年度告示の学習年度告示の指導要領の下では資質・能力に関わる３つの柱をもとに行われることとなっている。資質･能力の三つの柱の評価について、宮崎ら (2019) は「算数・数学科等の或る内容・活動について、認知的スキルの評価は信頼性・妥当性について既に一定レベルまで達している。」とし、非認知的スキルである「主体的に学びに向かう態度」の評価法の開発を目的に研究を進めている。非認知的スキルの評価研究が進められていることから、資質・能力の３つの柱の評価に関して、認知的スキルに加えて非認知的スキル育成の重要性が注目されていることがわかる。一方、数学的な見方・考え方は直接的には評価の観点ではないが、数学的な見方・考え方は認知的スキル、及び非認知的スキルの両方に関わるものであり、問題解決のプロセスに必要不可欠なものであるため、児童・生徒の数学的な見方・考え方を見取ることは教師の指導改善のためにも必須であると考える。

１．２．評価に関する現状と研究の目的

学習指導要領では、数学的な見方・考え方について、「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、根拠を基に筋道を立てて考え、統合的・発展的に考えること」としている。数学的な見方・考え方を捉えることは、児童が実際に考えをどのように進めているのかを捉える指針となると考える。数学的な見方・考え方や、思考力・判断力・表現力等の評価に関する研究はこれまでにも行われてきているが、「数学的な見方・考え方の習得状況を、通常のテストで数値化することや、『知識技能』と分離して客観的な評価を行うことは難しい」(難波ら, 2009) という指摘がある。

分数の除法の授業場面を具体例として、問題解決に際して児童がノートに記した数学的記述を分析することで、数学的な考え方の評価を試みている研究として中村 (2001) がある。中村は、数学的な考え方の評価を「数学的な内容・方法の様相」「説明や議論の様相」「相互作用の様相」の３つの様相で設定し、児童の感想における１授業分の数学的記述を分析している。そして、児童の感想には、一般化・統合・拡張にかかわる数学的記述が多いこと、類似・列挙・賞賛・根拠の数学的記述が多いこと、他者の解決方法との比較によって、自己の解決方法を振り返っていることの３点を明らかにした。

思考力・判断力という捉えづらい力の評価に留まらず、指導改善の指針を得ることまで視野に入れた研究として、桜井ら (2007) の研究がある。桜井らは、小学校第３学年のかけ算の筆算の単元を例に、パフォーマンス・アセスメント (以下、PA) を用いて思考力・表現力の評価に関する研究を行っている。ここでは、PA を単元末の１時間の授業にて実施し、作成したルーブリックによる評価を行うことで思考力・判断力の評価を試みている。その結果、課題解決のために行った思考活動を、式、言葉、図や絵などの様々な方法で実現させることで単元末の学力テストでは見えにくい思考力・表現力を見ることができたとしている。加えて、思考力・判断力の育成を意図的に行うようになり、評価を生かした授業を組み立てることで教師の授業力向上の兆しが見えたとしている。このように、数学的な見方・考え方という見えづらいものを、記述や PA とルーブリックを用いて可視化することや指導改善の兆しについての先行研究がなされている。

しかしながら、中村 (2001) や桜井ら (2007) は、いずれも１時間での児童の数学的な考え方や思考力・表現力の把握であり、長期的視点で数学的な見方・考え方の変容には言及していない。数学的な見方・考え方は常に更新されていくものであるはずであり、また、そのような更新を繰り返しながら単元の終わりには自己の数学的な見方・考え方が構成されていくはずである。そこで本稿では、児童の数学的な見方・考え方の長期的な変容を捉え、教師の指導改善の指針を見いだすことのできる評価方法として振り返りに着目した。

以上より、本稿では振り返りに着目しながら、児童の数学的な見方・考え方の変容を捉え、教師の指導改善の指針を見いだすことのできる形成的評価の方法を提案することを目的とする。

２．研究方法

まず、長期的な視点で児童の数学的な見方・考え方の変容を捉える手法として振り返りが有効であることを示すために、反省的思考と振り返りの価値、及び学習活動における振り返りの価値について論じる。次に、振り返りに関わる行為のうち、「書くこと」について二宮 (2005) が提唱する「有効な内省的記述表現活動の要件」を基盤とした振り返りカードを設計する。最後に、設計した振り返りカードを用いながら、小学校第５学年「面積」の単元を事例に、実践的検討を行い、振り返りによる数学的な見方・考え方の変容把握について、及び教師の指導改善についての考察を行う。

３．振り返ることの価値と振り返りカード

３．１．反省的思考と振り返りの価値

知識の獲得について、反省的思考を抽出し、教育的適用を志向したのは Dewey である。Dewey(1910) は、構成主義的立場に立ち、反省的思考の５つの phase における知性の構成的活動について言及しており、思考について「ある１つの方面において論理的にわかったことでも、他の方面における結論の遮断棒にはならない」が「その反対に対する非常に有力な証拠がない限り何事でも信じようとする傾向がある」という指摘をしている (pp.23-24)。これは、思考は１つの結論に至っても他の視点からは違った結論に至る可能性があるにも関わらず、結論に対する有力な反証がない限りは確信をもってしまう傾向があるということだと考えられる。ここに、反省的思考に基づく、振り返りの必要性が見いだされる。つまり、思考によって１つの結論に至ったとしても、その思考を再考し、論理的な考察を与える必要性があるのである。

本研究でも、そうした構成主義の考えのもと、知識の構成について捉えた際、振り返りという活動が授業での重要な局面であり、その変容を把握することによって児童の数学的な見方・考え方を捉えることができるという立場に立つ。

３．２．学習活動における振り返りの価値

根本 (2014) は、「数学は何遍も何遍も繰り返し繰り返して抽象化され、この経験を積み重ね厳密にされてきたものであり」、「『振り返る』ことは人間が物事の理解を深めるときのきわめて primitive な行為、人間的な行為

である」としている (p.191)。

加えて、「振り返って考える」活動を数学教育にて行う際には、単に感想文を書かせることではなく、振り返って考えを深めることに重点を置くことが大切であるとも根本は指摘している。また、振り返りを行う場面について、学習活動中はその活動自体に意識が集中するため、数学的なアイディアや思考の進め方を十分に認識することは難しく、一応の学習活動終了後に意図的に反省的活動を行うことで、学習内容を再認識することができる、という指摘もされている (川和田，2002)。

以上を踏まえ、学習活動終了後に意図的に振り返りを行う時間を設け、自らの考えを深められるような振り返りを行うことが大切であると考える。

３．３．本研究における振り返りの位置づけ

振り返りに関して、二宮 (2006) は「学習活動と評価の一体化」という概念を提起し、振り返りに対して振り返った結果を総括する活動が「学習のまとめ」であると述べている。本稿では振り返りを、「子供が振り返る活動を通して、現時点での自身の認識を自らが把握したり、思考を表出させたりする」ことと規定する。そして、「振り返り」と「まとめ」は表裏一体であると捉え、子供の学習活動の一環として位置付けた上で、振り返りに表出する記述を考察することで児童の思考を捉えることとする。

３．４．振り返りカードの設計

中尾（2020）は、中原（1995）の数学教育における表現体系、及び二宮（2005）の有効な内省的記述表現活動の要件をもとに、「LEAD カード」と銘打った振り返りカードを開発している。中尾 (2020) は中原 (1995) が示す表現体系のうち、記述に関連するものとして I. 図的表現、S1. 言語的表現、S2. 記号的表現について考察した。そして、振り返り段階における記号的表現は、例えば「三角形の面積＝底辺×高さ÷２」のように言語的表現と双方入り混じった形で記述されることが想定されるため、記号的表現を記号的・言語的表現として捉え直した。そして、二宮 (2005) が示す有効な内省的記述表現の要件である「核となる記述」、「具体例」、「メタ知識的記述」を取り入れながら項目を設定している。加えて、二宮は「書く」活動について「数学学習に関わる記述全般として捉え、表現様式は言語的表現を主としながら図的表現や記号的表現などを積極的に含める」と規定し、記述表現活動は児童・生徒の学習を評価する際に威力を発揮するとも述べている（二宮，1998，2003）。これらの指摘に基づいて開発された振り返りカードは、図１の通りである。

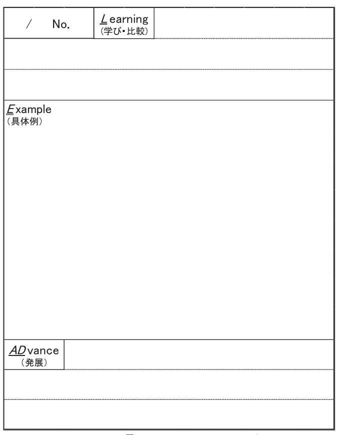

図１「LEAD カード」
（中尾, 2020, p. 3）

上段では、言語的表現や記号的・言語的表現を用いて振り返りを行う。これは、「核となる記述」に対応する。その際、既習内容との同異点についても意識させることで自己の学びの変容について振り返るきっかけにもなるため、「メタ知識的記述」にも対応する。中段では、具体例や説明を記号的・言語的表現や図的表現を用いて記述する。これは、「具体例」及び「メタ知識的記述」に対応する。下段では、学習の活用方法や未習内容への発展、他に知りたいことについて言語的表現を用いて記述する。これは、「メタ知識的記述」に対応する。

加えて、「書く」という行動に対して、「端的に書く」という行為は手間がかかり面倒であるが、子供のころから端的に書くことを習慣化することが必要だと根本 (2014) が指摘するように、算数数学においても端的にわかりやすく書くことが大切であるため、記述スペースには制限が設けられている。

本稿で用いる振り返りカードも、中尾 (2020) が示す「LEAD カード」の項目と同様である。本稿ではそれを蓄積し、分析することで児童が働かせた数学的な見方・考え方の変容を単元を通した視点で捉える評価方法を設計した。

４．振り返りの蓄積による評価の実践的検討

４．１．分析の対象

対象とする授業は、2018 年に行われた奈良県香芝市にある公立小学校第５学年の「面積」の単元全体を包括する全 12 時間である。振り返りカードを用いた授業

表１　授業の概要

時	学習活動
1	単元の導入
2	正方形の求積公式による面積の考え方の復習
3	三角形の面積の求め方を考える
4	三角形の求積公式をまとめる
5	平行四辺形の面積の求め方を考える
6	図形の中に高さがない三角形や平行四辺形の面積の求め方を考える
7	ひし形の面積の求め方を考える
8	台形の面積の求め方を考える
9	練習問題
10	高さや底辺と面積の変化の関係を調べる
11	色々な形の面積を求める
12	まとめ、練習問題

を依頼し、連続してデータの収集を行った。対象とする授業の概要は表１に示すとおりである。本稿では特に図形の求積公式学習時の振り返りカードを主たる考察の対象として選出した。回収した振り返りカードは 32 名分である。中でも、単元を通して一つの図形に帰着させようと考えていたもの、学習内容を最後に統合して考えていたもの、といった振り返りに表出していた思考に特徴が見られた２名の児童 (以下、児童 A、児童 B) を選出し、その変容を詳察した。なお、児童の全体的な傾向として、感想の記述になっているものや、各時間の振り返りを個別に行っていたものが多く見られた。また、授業内のまとめの内容が振り返りに表れているものが多かった。

４．２．実践的検討の方法

まず、振り返りカードの記述をもとに、児童 A、児童 B の数学的な見方・考え方に関する記述を抽出した。次に、それぞれの児童の振り返りの記述を同一の時間軸に並べ、各局面での数学的な見方・考え方の構成・変容に関わる記述を比較した。最後に、２名の児童の数学的な見方・考え方の変容についての考察と獲得プロセスについての比較考察を行った。そしてこれらをもとに、教師の指導改善の指針について考察した。

４．３．児童 A の振り返りカード

児童 A の振り返りは図形の求積公式を学習する際に常に長方形に帰着しようとしている点に特徴がある。

第１時の「LEAD カード」を図２に示す。第１時は単元の導入場面であった。基本となる正方形についての考えが記述されていることから、面積は単位正方形の個数で数えられるという面積の本質的な考え方に触れている。

第２時の「LEAD カード」を図３に示す。第３時は正方形の求積公式を用いて面積の考え方の復習を行った。図での説明文中に公式が書かれており、具体例として一辺が 12㎝の正方形の求積について書かれている。

第４時の「LEAD カード」を図４に示す。第４時は三角形の求積公式の学習を行った。「長方形はやはり万能だ！」という記述があり、長方形に変形することで三角形の求積公式が導かれることを記述していることから、長方形に帰着して考えようとしていることが分かる。

第５時の「LEAD カード」を図５に示す。第５時は、平行四辺形の求積についての学習を行った。「平行四辺形も長方形に！やはり長方形は万のうだ」という記述があるように、ここでも長方形に変形して公式を導くことに価値を見出していることが分かる。

第７時の「LEAD カード」を図６に示す。第７時はひし形の求積についての学習を行った。「長方形に変形さして ÷ ２すれば面積の公式ができる」という記述があるように、ここでも長方形に帰着して考えている振り返りの記述が見られる。

ところが第８時の台形の求積公式の学習場面では、児童 A の振り返りが一転する。第８時の「LEAD カード」は図７に示すとおりである。第８時は台形の求積についての学習を行った。「長方形は万のうでなかった！」という記述からわかるように、「長方形に変形して考える」というそれまで拠り所としていた考えが覆された振り返りになっている。

児童 A の「LEAD カード」の記述を連続的な視点で見ると、図形の求積の学習場面では長方形への帰着を示唆する記述が表れていることが分かる。台形の求積の学習場面では、最終的に長方形に帰着することができなかったものの、「長方形は万のうでなかった！」という記述から長方形に帰着しようとしていた様子が見て取れる。長方形は万能か否か、という旨の記述に見られるように、児童 A は図形の求積を考える際に長方形に変形

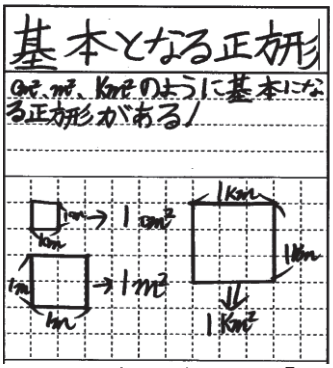

図２　児童 A の振り返り①

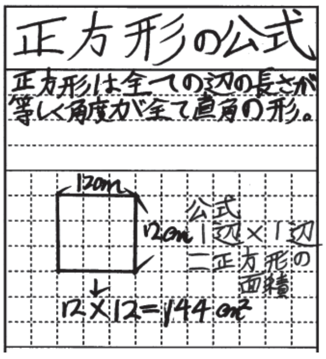

図３　児童 A の振り返り②

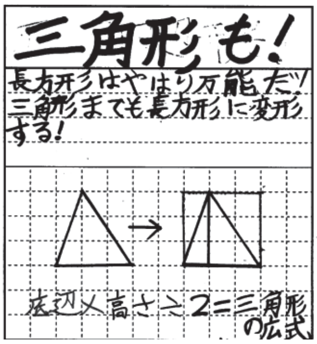

図４　児童 A の振り返り③

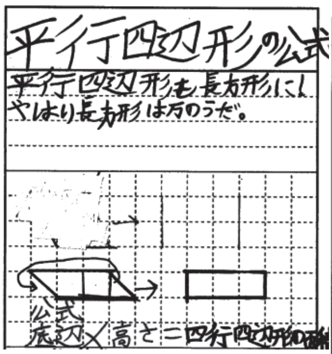

図５　児童 A の振り返り④

図６　児童 A の振り返り⑤

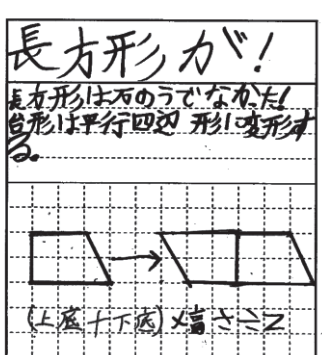

図７　児童 A の振り返り⑥

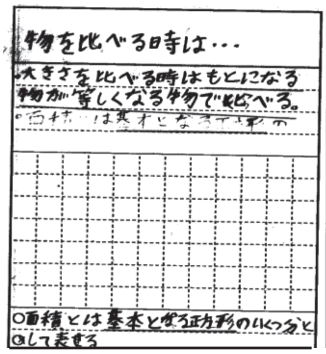

図８　児童Ｂの振り返り①

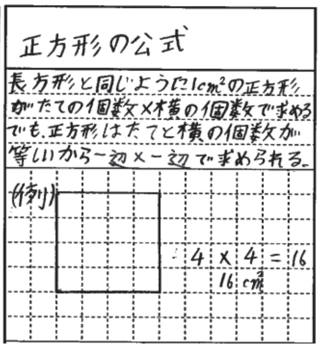

図９　児童Ｂの振り返り②

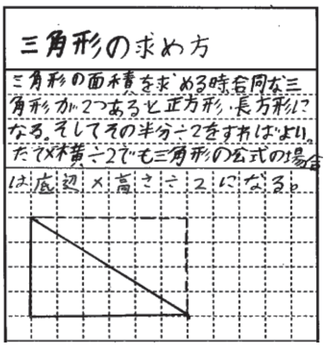

図 10　児童Ｂの振り返り③

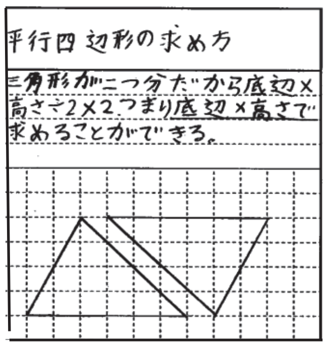

図 11　児童Ｂの振り返り④

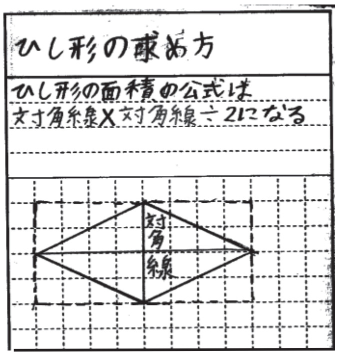

図 12　児童Ｂの振り返り⑤

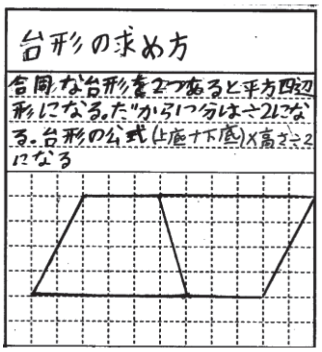

図 13　児童Ｂの振り返り⑥

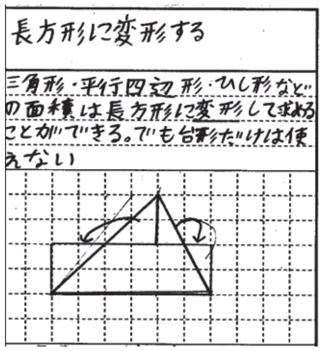

図 14　児童Ｂの振り返り⑦

する考え方を拠り所にして学習を進めていた。

４．４．児童Ｂの振り返りカード

児童Ｂの振り返りは、各図形の求積公式の学習では、個別ばらばらの知識が形成されており、最終的に長方形に統合して考えている点に特徴がある。

第１時の「LEAD カード」を図８に示す。「面積とは基本となる正方形のいくつ分として表せる」という、面積の本質的な考え方について述べている。

第２時の「LEAD カード」を図９に示す。単位正方形で考えると、縦×横になるが、正方形なので一辺×一辺で考えられるという記述があった。

第４時の「LEAD カード」を図 10 に示す。三角形の公式が導かれる理由として、「合同な三角形が２つあり、正方形や長方形に変形する」という考えが記述されている。一方、示された図は直角三角形であり、一般三角形については触れられていない。

第５時の「LEAD カード」を図 11 に示す。三角形が２つ分で底辺×高さで考えるという記述が見られた。児童Ｂは平行四辺形の求積時、前回に学んだ三角形の求積公式を活用していることが分かる。

第７時の「LEAD カード」を図 12 に示す。対角線×対角線÷２であることが記述されおり、文字色と図中の対角線の色とを対応させながらの振り返りを行っていた。ここでは既習の内容と結び付けるような記述は見られない。

第８時の「LEAD カード」を図 13 に示す。合同な台形を２つ合わせると平行四辺形として求積できる考え方が記述されている。児童Ｂは、台形の求積公式においては、以前に学んだ平行四辺形の求積公式を活用していることが分かる。

図 14 は、各図形の求積公式の学習を終えた後の振り返りである。三角形、平行四辺形、ひし形は、長方形に変形して考えることで求積できるという旨の記述がされている。

各図形の求積学習において、児童Ｂは特定の図形に帰着したり一貫した特徴的な考え方によって学習を進めているというよりは、むしろ各図形の求積の学習において個別に知識を獲得していることがわかる。しかしながら、各図形の求積公式を学習し終えた後の振り返りで「三角形・平行四辺形・ひし形などの面積は長方形に変形して求めることができる」という記述に見られるように、最終的に図形の求積の考え方について長方形に帰着するという考え方に統合するこをを示唆する記述があった。

４．５．児童Ａ・Ｂの記述の比較

以上、２名の児童に焦点を当てて振り返りの記述の変容を示したが、２名の振り返りの特徴的な記述を時間軸を平行にして示すと、表２のようになる。同一の授業内容であるにも関わらず、児童によって働かせている数学的な見方・考え方が異なることがわかるうえ、数学的な見方・考え方の変容のプロセスが異なっていることも見て取れる。

表２　時間軸による２名の振り返りの比較

場 面	児童Ａの特徴的な記述	児童Ｂの特徴的な記述
単元導入	㎠，㎡，㎢のように基本になる正方形がある！	面積は基本となる正方形の幾つ分として表せる．
正方形・長方形の公式の復習	公式　一辺×一辺．	１㎠の正方形がたての個数×横の個数で求める．でも，正方形はたてと横の個数が等しいから一辺×一辺．
三角形の公式	長方形に変形する！ 長方形は万能だ．	合同な三角形が２つあると，正方形や長方形になる．
平行四辺形の公式	平行四辺形も長方形に！	三角形が２つ分．
ひし形の公式	長方形に変形させて÷２する．	対角線×対角線÷２．
台形の公式	長方形は万能でなかった！ 台形は平行四辺形に変形する．	合同な台形が２つで平行四辺形になる.三角形・平行四辺形・ひし形等の面積は長方形に変形して求めることができる．でも台形だけは使えない．

４．６．児童Ａの振り返りの変容

「基本になる正方形がある」という記述から、面積は単位正方形をもとにして成り立っているという、面積に関する基本的な原理についての理解ができていることがわかる。三角形の学習場面で既に「長方形は万能である」という記述がなされており、平行四辺形の求積の学習では「やはり長方形は万能だ」という記述がある。ひし形の求積においては「長方形に変形させる」という記述があり、三角形、平行四辺形、ひし形の求積ではそれぞれ「長方形に変形して考える」という、長方形への変形を拠り所として考えている記述がみられ、図も使用しながらその意味を解釈している。

しかし、台形の求積の場面で「長方形は万能でなかった」という記述があることから、台形の求積では「台形は長方形に変形できないため万能ではない」という数学的な見方・考え方の変化が表れている。今まで万能だと思い、学習の拠り所としていた長方形が万能ではなかったと気づいている所に、児童Ａの新たな知見が生まれていることがわかる。

児童Ａは長方形に帰着するという一貫性のある見方をしている反面、新たな考えを創発していなかったり、友達の意見に耳を傾けなかったりしたようにも考えられる。児童Ａの思考に対して教師による介入の有無について授業者に聞き取りを行ったところ、介入は行っていないとのことであった。理由として、児童Ａは友達の意見も頷いて聞いており、その上で自分自身の考えを突き止めた結果、一貫性のある振り返りになったため友達の意見に耳を傾けなかったわけではないと判断したこと、及び、長方形に帰着させようとしていることは児童Ａの見方として価値を認めたためであることを挙げた。しかしながら、台形の際に長方形が万能ではないと気づいたことで躓きが見られたため、授業者は児童Ａに友達の意見を紹介して新たな見方に触れさせた。

児童Ａの振り返りの記述や授業者への聞き取りの結果から、児童Ａの振り返りは、友達の意見を考慮しながらも、自分自身の考えを突き止めた結果に現れた一貫性のあるものであることがわかる。

４．７．児童Ｂの振り返りの変容

「面積は基本となる正方形の幾つ分として表せる」という記述から、面積は単位正方形の個数をもとにして表すことが理解できていることがわかる。長方形や正方形の求積公式の学習では、「1㎠の正方形がたての個数×横の個数で求められる」という振り返りが行われている。ここにも、求積のためには単位正方形の個数を求めることを理解していることが表れている。三角形の求積公式の学習場面では、「合同な三角形が２つあると正方形、長方形になる」という振り返りがされており、正方形や長方形に変形して求めればよいという考え方に基づいて求積を行っている。平行四辺形の求積公式の学習では、平行四辺形は三角形が２つ分として考え、ひし形の求積公式の学習では、長方形に変形して考えている。台形の求積公式の学習では合同な台形が２つで平行四辺形になる、という振り返りを行っている。

上記に示したような「LEAD カード」の記述の流れを読み解くことで、児童Ｂはそれぞれの図形の求積において既習内容を拠り所としながらも、個別に異なる考えを用い、各々の図形に対しての概念形成を行っていることがわかる。

４．８．数学的な見方・考え方の変容の比較と考察

２名の振り返りの記述を数学的な見方・考え方の視点から考察すると、児童Ａは、各々の図形を長方形に帰着して考えようとしているものが多い。つまり、学習内

容を常に同一の既知の図形に帰着させ、それを土台としてそれぞれの図形の求積公式を導き出そうとする数学的な見方・考え方である。最終的には、それまで全て同じ図形に変形できると考えていた自分なりの考えが、変形できない形があることに気づくことで、数学的な見方・考え方が変容していると考えられる。

一方、児童Bは、まずはそれぞれの図形について、個別に独立して求積方法を考えている。しかし、最後の振り返りで「三角形・平行四辺形・ひし形などの面積は、長方形に変形して求めることができる」という記述が行われており、ここに数学的な見方･考え方の深化がある。つまり、それまで個別特殊な方法で考えていた各々の図形の求積を、「同一の既知の図形に変形して考えることができる」という１つの考えに統合している。

以上２名の振り返りの変容を分析比較するとわかるように、両者とも最終的に「既知の図形に帰着する」という考えを働かせているが、そこへのプロセスが同一ではなかったことが浮かび上がる。児童Aは、「既知の同一の図形への変形」という数学的な見方・考え方を核にして学習を進めており、児童Bは学習内容を統合して「同一の図形に帰着する」という核を構成している。

５．振り返りの蓄積による評価方法に対する考察

教師の指導改善の指針を見出すことを目指して、振り返りカードの記述の変化の分析から児童の数学的な見方・考え方の変容を評価する方法を用いて実践的検討を行った結果、児童が単元の終末で働かせている数学的な見方・考え方が同一だとしても、そこに至るまでのプロセスが異なる場合があることがわかった。児童の数学的な見方･考え方を単元の終末でのみ評価するのではなく、いかに数学的な見方・考え方を獲得していったかを把握することは、教師の指導改善の為にも必要であると考える。なぜなら、どのような過程を経ているかにより、教師が次に与えるべき問いや状況が変化するからである。つまり、振り返りから児童の数学的な見方・考え方の獲得プロセスを見取ることで、教師が次に何をすべきかという決定要素が浮かび上がるのである。

５．１．カリキュラムの３層から見た考察

中村 (2001) や桜井ら (2007) の研究は、１時間の数学的な見方・考え方を評価したり、単元末での思考力や表現力を見取ったりするものであった。両者の評価方法をカリキュラムの３層に照らし合わせると、達成したカリキュラムでの評価であるといえる。しかしながら、達成したカリキュラムで評価するだけでは、実施したカリキュラムにおいて、どのように数学的な見方・考え方を働かせていたのかを見取りにくい。事実、本稿の２名の児童のように、最終的に同一の数学的な見方・考え方を獲得していても、そこに至るまでのプロセスが異なることもある。

本研究では、毎時間の終末に振り返りを行っている。毎時間の振り返りに着目すると、達成したカリキュラムでの評価であるように感じられるかもしれない。しかし、単元全体で振り返りを捉えなおした際、各時間の終末に行われた振り返りの蓄積は単元全体の実施したカリキュラムの評価の一因となり、単元終末の振り返りが達成したカリキュラムの評価の一因となる。例えば、第１時で行われた振り返りは、第１時の達成したカリキュラムでの振り返りであるが、単元全体で捉えなおすと、単元における実施したカリキュラムの振り返りとなる。

本研究で設計した、振り返りを蓄積し、数学的な見方･考え方の変容のプロセスを分析するという評価方法を行うことで､実施したカリキュラムで児童の数学的な見方･考え方の変容を把握することができる。そして、数学的な見方・考え方をどのようなプロセスで獲得していったかを把握することにより、教師は次に与えるべき問いや状況を変化させることができる。以上より、数学的な見方・考え方の評価は、達成したカリキュラムの評価だけではなく、実施したカリキュラムでの変容を捉え、評価していくことも必要であると考える。

５．２．授業改善の視点と考察

前節では、数学的な見方・考え方の評価は、実施したカリキュラムレベルでの変容を捉えることで教師の指導改善につながる考えを唱えた。次節では具体的に、児童A、児童Bに対してそれぞれどのような指導が可能かを考察する。

５．３．児童A―探究による学びの視点より―

探究による学びの在り方を示している先行研究の１つであるLakatos(1980)の証明と論駁のプロセスを視点に、児童Aに対する指導の指針について考察する。証明と論駁では、オイラーの多面体定理の証明について他者との議論を通して推測・証明・反例の出現・証明の再検討・例外の出現・例外の考察による証明の発展を繰り返している授業の様子を示している。このプロセスを児童Aの数学的な見方･考え方の変容に照らし合わせると、児童Aの場合、基本図形の面積の求積公式は、全て長方形に帰着して考えることが出来る、という数学的な見方・考え方の特徴があった。つまり、「どのようにしたら長方形に変形して考えられるだろう」という問いを生成していたのである。この問いに従って児童Aは思考を進め、三角形も、平行四辺形も、ひし形も長方形に帰着して考えることができた。ところが、児童Aにとって台形は長方形に帰着できない「例外な」図形であり、台形と出会った後、それ以上考えを発展させるプロセスには至っていない。しかし、台形は長方形にも変形して求積公式を導くことが可能である。そこで、教師は、自分にとって例外な図形と出会った児童Aに対し、児童Aのそれまでの数学的な見方・考え方を働かせるプロセスを把握することで、台形も長方形に変形するという論

験のための手立てを講じることができる。すると、児童Aは「既知の同一の図形に帰着して考える」という数学的な見方・考え方を深化させることができたであろう。

数学的な見方・考え方を働かせるプロセスを教師が把握することで、児童の自らの問いを深めることのできる手立てを決定することができ、教師の指導改善に繋げることができる。

5．4．児童B―統合の視点より―

平成29年度告示の学習指導要領のキーワードに、統合的・発展的に考えることが挙げられる。「統合的に考察する」ことに関する先行研究の1つである中島(1982)による統合的な考え方を視点に、児童Bに対する指導の指針について考察する。中島(1982)は統合の主要な意味を「集合による統合」、「拡張による統合」、「保管による統合」の3種類を挙げている。児童Bは、図形の求積公式を導く際、既知の学習内容を活用しながらも、個別独立的に数学的な見方・考え方を働かせている。そして最終的に図形の求積の考え方について、長方形に帰着するという「集合による統合」を視点とした考え方に至っている。児童Bの学びの過程を教師が把握することで、統合する視点を見いだすような場面を設定する必要性に気づくことができるであろう。

数学的な見方・考え方を働かせるプロセスを教師が把握することで、児童が統合する視点を見いだすための教師による手立てが決定し、児童自身が数学的な見方・考え方を深めていくことが期待できる。

6．終わりに

本研究では、児童の数学的な見方・考え方の変容を捉え、教師の指導改善の指針を見いだすことのできる形成的評価の方法について考察した。具体的には、振り返りカードを用いた授業実践を行い、振り返りの記述を蓄積することで児童の数学的な見方・考え方の変容を把握するという評価方法について考察した。この評価方法により、特徴的な児童の数学的な見方・考え方の変容を把握することができた。そして、振り返りカードを用いた効果的な学習指導の在り方が見いだされた。

課題として、本研究では振り返りカードを用いた授業を依頼し、単元終了時に振り返りカードを回収したため、授業の実際とカードの記述内容との対応は分析しきれていないことが挙げられる。例えば、児童の数学的な見方・考え方の変容がどの瞬間に何をもってもたらされたのか、授業者がどのようなことを強調し、それがどのように児童の振り返りの記述に現れているかが分析しきれていない。そのため、授業者へ聞き取りを行ったが実際の授業と時間の乖離があることも事実である。従って、授業の実際と振り返りカードの対応について、新たなデータ収集の際にはそれらの分析を可能にするようなデータ収集の方法を検討し、実施していくことが今後の課題である。

参考文献

Dewey, J.(1910). How we think .Boston；*New York：D.C. Heath and Company*.

川和田亨(2002). 算数・数学の学習指導における反省的活動に関する考察. 兵庫教育大学大学院学位論文.

Lakatos, I.(1980). 佐々木力(訳). 数学発見の論理―証明と論駁－. 共立出版株式会社.

宮崎樹夫, 中川裕之, 吉川厚, 藤田太郎, 清水静海(2019). 数学教育の内容・活動に固有な非認知的スキル―生徒に対する教師による評価に着目して―. 第7回春期研究大会論文集, 167-170.

文部科学省(2016). 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及び必要な方策等について(答申). https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/__icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf(2020.11.11 最終確認).

文部科学省(2017). 学習指導要領解説算数編. 日本文教出版.

文部科学省(2019). 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校等における児童生徒の学習評価及び指導要録の改善等について(通知). http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/1415169.htm(2020.11.11 最終確認).

中村享史(2001). 分数の除法における数学的記述の分析. 数学教育論文発表会論文集, 34, 181-186.

難波俊樹, 松田稔樹(2009). 数学的な見方・考え方に着目した学力診断法の開発. 数学教育論文発表会論文集, 42, 841-842.

中島健三(1982). 算数・数学教育と数学的な考え方―その進展のための考察―。金子書房.

中尾真也(2020). 振り返りカードを用いた学習者の数学的思考の把握に関する実証的研究. 日本数学教育学会第53回秋期研究大会発表収録, 1-8.

二宮裕之(1998). 数学的Writingと数学的コミュニケーションとの関わりについて. 日本数学教育学会第31回数学教育論文発表会「テーマ別研究部会」発表収録, 63-38.

二宮裕之(2003). 算数･数学教育における記述表現活動. 数学教育論文発表会論文集, 36, A188-A194.

二宮裕之(2005). 数学教育における内省的記述表現活動に関する研究. 風間書房.

根本博(2014). 数学教育と人間の教育―"振り返る"活動を考える―. 啓林館.

桜井恵子, 橋本雅史, 喜多輝顕(2007). パフォーマンス・アセスメントによる学力評価―算数の思考力・表現力を観る―. 数学教育論文発表会論文集, 40, 73-78.