

意味（概念的知識）と手続き（手続き的知識）による 対話的問題解決授業への考察

田中 秀典*

Consideration to the interactive solution to the problem class by a meaning (conceptual knowledge) and the procedure (procedural knowledge)

Hidenori Tanaka*

**Department of Education, Faculty of Human Studies, Ishinomaki Senshu University
Ishinomaki 986-8580, Japan*

1 はじめに

「じゅうに」を表記させると、「102」と書く子がいたり、「12」をおはじきやブロックで模る子などが現れたりすることは、実践や先行事例に学び、知ってはいた。経験的に、過りも含めた「子どもは、こう考える」ということを知っていても、「なぜ、子どもは、そう考えるのか」という訳がわからなかった。「意味と手続き」というキーワードで説明が可能になったばかりか、実践と理論が見事に結実し、20数年前授業改善への示唆を得たのである。

既習として学んできた「意味」を元に「手続き（パッとできる）化」された内容を知ると、拡張場面において典型的なズレ、「あれ？」という状況発生 of ルーツが判明した。例えば、 $1\text{ cm} = 10\text{ mm}$ 、 $1\text{ L} = 10\text{ dL}$ を学んだ当初は、 1 dL マスが10杯で 1 L マスが一杯になることを算数的活動で学ぶ。 3 L を dL に換算するときには、図や念頭で30杯を思い浮かべ、 30 dL と答える。この単位換算に習熟していくと、10杯分という「意味」を考えなくとも、 7 L を「10倍する」「小さい単位にするには“0”をつける」という手続きでパッと解答しても正答となる。こういった状況の中で、「 3 m は、何 cm か」と問われると、半数近くの子が「 30 cm 」と答える。その原因は、「 $\text{cm} \rightleftharpoons \text{mm}$ や $\text{L} \rightleftharpoons \text{dL}$ 」の単位換算は10倍（ $1/10$ ）の関係であったためである。量感を持たせる活動を増やしても反応に大差はなかった。指導経験から知れた子どもの「あれ？」という反応は、教科書の「新たな単元の導入場面」や「小

単元のはじめの場面」で、「意味と手続きのズレ」として必然的に生ずるという理論を前提にすることで、教材研究—子どもの考えの予測—が可能になったのである。

指導法のまずさからではなく、既習手続の適用範囲を超える拡張場面において生まれる「わからなさや悩み」がある。この「わからなさや悩み」、その結果としての不完全な子どもの考えの裏には、子ども自身が獲得した意味や手続きと、そのズレが存在する。そして、このような反応は、教師自身がパニックに陥り、処置に困る考えとして無視される授業が多かったのではないか。意味と手続きのズレに着目して、子どもの学びの多様さを事前に把握しておけば、無視されてきた子どもの不完全な考えや悩みを、予め単元構成の中に準備することができる。

また、意味と手続きのズレから、「あれ？」が生まれ、対立・拮抗の場面となるが、生まれたままで、平行線で終わってしまうという授業がよくある。学級の全員が納得している既習の意味（立ち返るべき既習）とは何かを事前に教材研究の中で位置づけておくことが必要である。

$1/2 + 1/3 = 2/5$ と答える子どもに正論を振りかざし、間違っていることをいくら言っても、頑なに正しいと答える場合がある。こんなとき、「もし、 $1/2 + 1/3 = 2/5$ が正しいとしたら、 $1/2 + 1/2 = 2/4$ でいいんですね。」と、「もし、～だったら、〇〇になりますよ。」と、「～」も「〇〇」も相手の立場に立ち肯定して、相手の自己矛盾を誘う。反例などを使い、「なるほど！」とい

*石巻専修大学人間学部人間教育学科

う納得を生み出すのである。

単元の拡張場面や小単元の手続き化において起る『意味と手続きのズレ』に着目し、「わからなさや悩み」を積極的に位置づけ、立ち返る既習と反例を使い納得を得る授業を創造することによって、優しい眼差しの裏に隠された強権的なゆさぶり等を駆使しなくとも、子どもを生かす授業、互いの考えを知り、修正し、発展させる授業を展開させることができると考え、授業を構成してきた。

2 授業論としての意味と手続きのズレ

2-1 これまでの経緯

この20数年間、札幌の実践家を中心として一作目(※)(14事例)・二作目(12事例)・三作目(12事例)・四作目(31事例)計69事例(書籍)を出版し、世に問うてきた。

その結果、反響は全国に及び「意味指導や体験活動をしたのに、どうしてと思っていた体験と同じ」「確かに、子どもはこの場面でつまづく」「子どもがなぜ誤るのかわからず困っていたが、これらの書籍を読んで理由が分かり、指導指針が変わった」というようなうれしい検証と活用をいただくこともできた。「意味と手続き」に基づく授業者や執筆者も全国に広まり、日本数学教育学会の「算数教育」「数学教育」誌でも、他の研究者の投稿論文にこの理論が参照され、その論文が学会賞を受賞するなど学術的にも発展した。

2-2 研究の目的

磯田正美(筑波大学教育開発国際協力研究センター教授)が、1990年代に構築した拡張場面に現れるつまづきに焦点を当てた問題解決授業デザイン理論〈概念的知識(意味)と手続き的理解(手続き)のズレに着目〉に基づいている。

この理論構成のために当初実践と理論の融合を図るための会を創設し、20数年間この理論を裏付ける実践を世に問うてきた。大学教員となったのを機会に、拡張場面に限らず小学校算数の全領域・全単元をこの理論によって構築しようとするものである。これまでの実践を含めて単元構成を語るレベルまでに研究内容を深め、現場に寄与したいと考えた。

2-3 研究の学術的背景

北海道教育大学岩見沢校に赴任した磯田正美が、算数数学の授業を研究したいと切望したのを機会に、当時札幌で算数を研究対象としている精鋭に、田中が世話役として声をかけ「理論と実践の会」を立ち上げた。1990年12月から1991年12月に月一回行われる会において、当時「問い」を中心に研究を進めていた担任教師は、子どものつまづきが、特に拡張場面において磯田の言う概念的知識(意味)と手続き的理解(手続き)という二つの用語によって説明されることによって、「つまづきの要因」「つまづきの予想」「つまづきの解消方法」を理論的に学んでいく。

「理論と実践の会」を通して、磯田は、拡張場面に現れるつまづきに焦点を当てた問題解決授業デザイン理論を、概念的知識(意味)と手続き的理解(手続き)のズレに着目して1990年代に構築した。

「葛藤と納得を求める問題解決授業の構想：理論と実践の会最終報告書(1992年(平成4年)12月 磯田正美)」をもとに世に問うた一作目が、「多様な考えを生み練り合う問題解決授業一意味とやり方のずれによる葛藤と納得の授業づくり—1996年(平成8年)4月 編著 磯田正美 明治図書出版(※：本書)」である。

80年代前半、今日知られる問題解決の授業論の骨子は、すでに示されていたと言える。実際そこで語られた内容は、80年代前半、構成主義が盛んに話題にされるようになって以後の研究で得られた結果とそう隔たりはない。授業実践に関する限り、日本の問題解決の先導者の授業は、構成主義者からみても、先端に位置している。例えば、過激な構成主義と社会的構成主義の止揚を先導するJ.Confrey(国際数学教育学副会長)は、本書(※)で示したアイデアや授業を構成主義的であると高く評価した。

しかし、80年代前半と90年代ではやはり隔りがある。例えば、80年代前半では、多様な考え方といえば、ともすれば、正しい考えの多様さが話題にされた。その流れを変えた要因の一つが、「理解」に関わる研究である。本書(※)は、その理論研究の一分野である概念的知識・手続き的知識論という理解の記述方法から、札幌の先生

方の授業実践と問題解決の授業論を、礒田が解釈することで得たものである。

2-4 学術的な特色・独創的な点

礒田理論のオリジナリティは、子どもの理解の記述方法を教材と授業構想、展開へと適用した研究方法と、知識のバイアビリティを主題に、拡張・一般化に伴う意味と手続きのズレによる問題状況の生起、解消という授業展開を提案した点にある。概念的知識・手続き的知識論の第一人者 J.Hiebert も、本書(※)の理論を穏当とし、特に授業論として高めた点がこれまでにないと評価した。

理論と実践の最終報告では、「つまずき、ズレ、葛藤からの納得へ至る過程を、子どものもつ知識の変容の立場から記述するのが、有効射程範囲である。意味と手続きでシャープに語れるのが数時間の授業構成や納得過程であり、ピントがぼけてくるのが長時間の単元構成である。ピントを絞る枠組みが必要である。」と述べている。

2-5 研究計画・方法(概要)

(1) 拡張場面に現れるつまずきに焦点を当てた問題解決授業デザイン理論を、概念的知識(意味)と手続き的理解(手続き)のズレに着目して1990年代に構築された礒田理論を通した以降の論文等先行研究の調査から、妥当性を検討する。

(2) 現在まで収録された数万件の実践事例の中で好評を博した授業の構成要因を拾い出す過程を通して、意味と手続きのズレとの関係性を調べる。

(3) 実践事例及び各種調査を、つまずきという観点から拾い出し、その根拠を意味と手続きのズレとの関係性から調べる。

(4) 一般化に向けたズレ解消の過程を想定で書いてある事例も多いので、(2)・(3)の作業を通して得たものを、礒田理論の肉づけに使い、不合理に考えられる場面については、仮説的に実験授業を行い検証する。

(5) 系統性の強い「数と計算」領域から、全学年、意味と手続きに着眼した単元構成を作り上げる。引き続き、「量と測定」「数量関係」と進め、系統性の低い「図形」を最後に行い、全単元・全

領域を包含した単元構成をつくる。

(6) こうした過程を通して作り上げた単元構成をベースとしてその後検証を行う。

3 意味(概念的知識)と手続き(手続き的知識)の枠組みとズレの生成

3-1 意味とは何か、手続きとは何か

意味(概念的知識)は、「～は～である」と表せる内容である。意味には、定義、性質、場面、理由・根拠などが含まれる。「 2×3 は、 $2 + 2 + 2$ である」「2 の 3 分である」「2 の 3 倍である」と、具体的に例えて表せる。

手続きとは、「～ならば～しなさい」と表せる内容である。手続きには、やり方・かき方、方法、形式、算法、計算などが含まれる。「分数÷分数ならば(状況判断)、ひっくり返してかけなさい」と表せる。手続きの第一の特徴は、パッと無意識のうちに自動的に処理できることである。

意味と手続きは無関係ではなく、意味から手続きを作り出したり(意味の手続き化)、手続きから意味を作り出したりできる(手続きの意味化)。

何が意味で、何が手続きであるか、また、意味と手続きの相互関係は、学習指導場面に応じて相対的に決まる。

3-2 理論上から生まれるズレ生成の類型

類型	ズレの起因	ズレを生かした展開
①	手続き先行 意味欠落型	既習の意味に基づいて 手続きが新たにわかる展開
②	手続き先行 意味転換型	活用できた手続きに基づいて 意味が新たにわかる展開
③	意味先行 手続き欠落型	活用した手続きに基づいて 意味が新たにわかる展開
④	意味先行 手続き転換型	既習の意味に基づいて 手続きが新たにわかる展開

ズレを生かした展開は、わかる単元構成のための小単元構成、並びに1時間の学習指導展開のアイデアである。学習指導を進める上で求められるのは、子どものわかり方にそった指導展開である。展開の方にこだわることは、実践の際にあまり生産的でない。目標や指導展開を構想するには、過去の授業で子どもが示したつまずきを積極的に話題にし、そのつまずきはどのように考えられたら導かれるのか、そこにはどのような意味と

手続きのズレがあるのか、意味と手続きをどのように利用して、どのように修正すれば、ズレが解消できるのかを検討した展開計画が必要になる。

4 アーギュメンテーションによる問題解決授業の改善

これは、仮分数の導入場面を授業した若手教員の再構成案として作成したものである。

4-1 アーギュメンテーションによる問題解決授業：それは教え込みでもない、形骸化された問題解決型授業でもない、個々の学びと集団での学びが共存する学びである。

一見、鮮やかに展開した問題解決授業がある。頭ごなしに教え込んでいないのだが、実は教師側の誘導発問で、子どもが自ら考えることなく、授業が進む。仮分数の導入場面を例にアーギュメンテーションによる授業像を示す。

4-1-1 誘導発問による教え込み：形骸化した問題解決

■ のテープの長さが $1/5$ m であることを、前時までに学習している。

このテープの長さを一つ分として「 $2/5$ m、 $3/5$ m、 $4/5$ m」を見出し、「5 つ分となると、 $5/5$ m」と言うことも学んでいる。

本時に、図のようなテープが示される。

■■■■■ (問題提示①)

T：このテープの長さは、分数で表すと何 m でしょう。

(一つ分ずつのテープを指差し、誘導的に分数表示を求める。)

C：「 $1/5$ m です。」「($1/5$ m が二つ分) $2/5$ m です。」「(三つ分) $3/5$ m です。」「(四つ分) $4/5$ m です。」

(子どもたちは、口々に自信をもって答える。)

T：このテープの長さは、ちょっと難しいよ、分数で何と表したかな？

(前時の復習であるが、「 $5/5$ m は元に戻るのだから $5/5$ m と表す意味がない。」「1 になってしまう。」などといった感情も薄れて一斉に「 $5/5$ m」と答えるであろう。)

T：一つ分増えたけれど、何と表したらいいかな？

(未習の $6/5$ m という表現にならないように、分数と言う条件をつけないで発問す

る。)

C：「 $5/5$ m と $1/5$ m です。」「 1 m と $1/5$ m です。」「 $6/5$ m です。」

(多様な考え方が生まれたかのようにみえるが、すべてが正解である。)

この授業では、教師が、既習「分割分数」の意味(全体を等分したうちのいくつ分)に立ち返ることなく、「量分数」の意味(単位量を等分したうちのいくつ分)だけで帰納的に推論させることで、仮分数、1 を超える帯分数が導入される。同じ問いかけを繰り返すことで、単純に「 $2/5$ m、 $3/5$ m、…、 $5/5$ m」で次は $6/5$ というパターン(手続き)を読む反応を期待する。ところが、子どもは「 $1/5$ m を一つ分(単位)とみて、その $1/5$ m (単位分数)がいくつ分あるか」に注目しない。期待に反して、大多数は、「 $5/5$ m と $1/5$ m」「 1 m と $1/5$ m」と既習のままで答える。

仕方がないので、教師は、「 $1/5$ m を一つ分として、いくつ分あるか」だけに注目し「 $6/5$ m」という表現を導入する。そこでは仮分数の導入を教える工夫はみられるが、子どもが自らその推論の仕方を工夫しているわけではない。

4-1-2 拡張場面で論点とすべき既習は何か？

本来、問題解決の授業は、子どもたちが、既習を総動員して新たな問題に立ち向かえるように計画する。本書では、新たな問題の典型は、拡張場面で必ずみられるつまずきである。つまずきを乗り越えるために、筆者らは、拡張場面において、次の二段階の課題提示を提案してきた(磯田, 1996)。

① 復習課題(既習の学び直し)

■■■■■ のテープの長さは何 m かな？

——「分割分数」で考えた子——

全体が 1 (m) で、5 つに分けた分の二つ分だから、 $2/5$ m。

基準量(1 m)と全体(1)とが一致

——「量分数」で考えた子——

全体が 1 m で、5 つに分けた 2 つ分だから、 $2/5$ (m)。

必ずしも 1 時間の展開ではないが、既習課題では、拡張前の既習を確認する。既習の復習として

の学び直しをする。そして、拡張すればどのような差異が現れるか、活用・発展としての学び直しを考える。

② 本時の課題  のテープの
長さは、何 m かな？

↑
1 m ? m

「分割分数」で考えた子

全体が 2 m で、10 に分けた分の 6 つ分だから、 $\frac{6}{10}$ (m)。

◇ズレ◇

「量分数」で考えた子

全体が 1 m で、5 つに分けた 1 つ分が、6 つあるから、 $\frac{6}{5}$ m。

既習では分数は 1 を超えない。1 を超えない課題(既習課題①)では、分割分数と量分数の差異は現れない。既習を復習しても(復習としての学び直し)、その拡張を迫る本習課題②では、「既習である分割分数と量分数の意味を区別する子どもと、区別せずに混同する子ども」は必ず現れる。教師側ではこの状況を時につまずきとみなすが、実際には、1 を超えない場合は学んだことがないので混同する方が自然である。既習を知っていることが本時の学習の障害になるのである(認識論的障害¹⁾)。

本時の課題で 1 を超える分数は量分数だけである。1 を超える分数の導入である仮分数の導入場面は、分割分数と量分数の意味の相違を強化する格好の場面となる(学び直し)。

4-1-3 硬直化した問題解決：比較・検討場面

問題把握・自力解決・練り上げ(比較・検討)・まとめ(適用・活用・発展)といった展開は、入門的な展開としては共有されるが、何時でもそのパターンともなれば、身動きの取れない硬直化した展開となる。そのような硬直化した展開に対して本書は、子どもが自ら問い考える授業展開を提案している。

身動きの取れない展開では、自力解決の後、教師が選択した代表的な考え方が示され、それぞれ

どんな考え方で導き出したかを話し合う。

その際、

- 机間巡視で、教師が指導案上に想定した代表的な反応を黒板に書かせる。
- それぞれのやり方やなぜそのようにやったのかを、やった本人が式や図や言葉を用いて説明する。
- 簡潔・明瞭・統合といった言った観点から、いつでも使える考え方ややり方にまとめていく。

といった流れを踏むことが多い。

この流れの中で起こる問題点を整理してみる。

- ① 途中まで解いた子どもや立ち止まって考え込んでしまっている子どもを位置づけないまま授業が進行してしまうため、参加できない場合がある。
- ② ようやく解けたと思った子どもも、自分のものが取り上げられない場合、無関係の反応だけが取り上げられているといった感じをもち、授業に参加できないでいる子どもがいる。
- ③ 自分でやった方法を自分で説明するため、聞いている側の子どもは、当事者意識をもって聞くことができないでいる。
- ④ 互いの考え方の根拠が明確になるものの、他者の立場も共有されずに絡み合わずに終わる場合も多い。
- ⑤ 問題構造による比較・検討がなされないまま、反応にとどまったまま比較・検討がされると、煩雑で学習の深まりが見られない場合が多い。

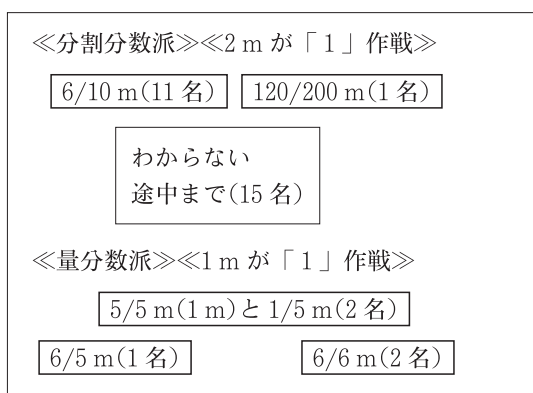
教師の側からみても、以下のような状況に授業が陥ってしまう。

- ① 子どもから出される質問や意見を適切に処理できずに、いわゆる這い回る状態に陥ってしまう。
- ② 出された考えが生かされずに、いつの間にか教師の意図にあった考えだけが「いい考え」として取り上げられ、まとめてしまう。

この硬直状態に対して、比較・検討、練り上げのあり方をどうかえるか、その前提としての自力解決や問題提示に対する考え方を改める必要がある。

4-1-4 P とノン P によるアーギュメンテーションを展開するために

硬直状態は同じパターンで展開することに起源している。その展開パターンを改める場が、拡張場面でこそなしえる P とノン P によるアーギュメンテーションである。以下、②本習課題の続きの展開を記すことで、その内容を解説しよう。



本時で焦点化すべき内容は、「何を“1”とみているか」と言うことに尽きる。そのために、どのような展開を計画するかである。

ア) 子どもの多様な考えを位置づける前に「子どもにとっての真の問題」、論点の背後にある問題意識を明確化する

難しい問題ほど「わからない派」が増える。硬直化した展開では多様な考えを典型的に位置づけ、わからないと答えた子どもの実相を聞くことになる。時間をかけた自力解決の結果「わからない人」と聞いたのでは口ごもる。机間指導で個々の子どもの様相をとらえ、子どもにとっての問題点が具体化した段階・立ち止まっている段階などで指名し、困っていること・わからないことを発言させ、そこでの迷いを「どちらともとれる」というように明確化していく必要がある。

イ) 内容に対して当事者意識をもたせる

学習訓練として、「相手の顔を見て話さない」とか「聞く人は話し手を見ながら、耳だけでなく目でも聞きなさい」といった練習を重ねる学級も

ある。話し方も一気に話すのではなく、一つずつ区切って聞き手に確認しながら、式を図と対応させて、イメージが具体的になるように話ささいと言われ、聞き手と呼応しながら話し合いを求める場合もある。

話し合いや聞き方の形だけ教えても、互いの根拠になる考え方の内容に共鳴し内容を共有したいという思いがなければ、互いが他者を認め合い、自分の考えを補強したり変更したりする話し合いを行うことは不可能である。

ウ) 他者が他者の考えを説明し、他人の考えを自分事とする

では、通常、互いの考えを高めあうために、どのような工夫がなされているのであろうか。例えば、120/200 m の考えの子どもに 6/10 m を説明させる。

C: 僕は、テープの長さが 120 cm って考えたけれど、…。/A 君は、6 cm 違うな。/
あ、そうか、全体で 10 等分されているから、10 分ので/
その 6 つ分だから、10 分の 6。/うん?
6/10 m?

「/」のたびに、学級の子どもは、うなずいたり、首を傾げたりする。

自分の考えではない発表をしている B 君は、確証がもてないので、一つずつ A 君に確認しながら進めなければならない。A 君以外にも 6/10 m の考えの子どももいるので、その都度、「違う」「そう」と言う表情をし、発言を繰り返す。他の考えの子どもや途中で考えが止まっていた子どもも、「どう考えたのかな?」と呼応する関係を作り出すことができる。

こういったことも、様々な考え方を示している子どもたちの呼応関係を作り出すことに役立つ。互いの考え方やり方に関心をもち、自分の考えと比較し、自分の考え方を高めようとする風土が育っている。または、育てていることを前提にして、比較・検討の場面のあり方についてみる。この場合、正否だけで各反応を見るのではなく、どの考えにも根拠があるという立場で授業を展開したい。根拠をもとに再現することなく、ただ正否を検討してしまうと、正答以外の子どもは

話し合いに参加できなくなっていく。

エ) やり方(手続き)だけではなく考え方(意味)の比較・検討を行う

6/10 m も 120/200 m も、2 m を全体の 1 としてみていることで共通であるので同じ考え方で、表現だけが違うことを確認することもできる。6/6 m は、与えられたテープが全体であると認識したための反応である。子どもには難しいかも知れないが、分割分数に依拠している考えとして位置づけるのがよい。

5/5 m (1 m) と 1/5 m も 6/5 m も、1 m を全体の 1 としてみていることで共通であるので同じ考え方で、表現だけが違うことを確認する。6/5 m という表現は、未習であるので、本時では軽く扱う程度でいい。本時で焦点化すべき内容は、「何を“1”とみているか」と言うことに尽きるのである。

4-1-5 P とノン P から Q は容易に導けない

互いの主張の根拠が明確になり盛り上がったように見える授業も、話し合いは平行線のまま決着が付かないことが多い。その理由はいったい何に原因があるのであろうか。

ア) 対立・拮抗の場面までは作り出せる

それぞれの考え方の根拠が示されると、「でも」とか「変だ」と言う語り始めの言葉で、他者に対する質問や矛盾を見出す段階に入る。しかし、以下のように互いの矛盾を言い合うことはできてもなかなか全員が共有した考え方は容易に得られない。

≪2 m が「1」作戦は「変だ」の根拠≫

- 6/10 m とは、1 m を 10 に分けたうちの 6 つ分だから、1 m より短くなる。
- 6/10 は 2 m を 10 等分していることになる。
- 6/10 と 6/10 m はぜんぜん違う。
- 10/10 m が 2 m になる。

≪1 m が「1」作戦は「変だ」の根拠≫

- 「5 つに分けたものの 6 つ分」というのは変だ。
- 分けた分母より大きくなるのはやっぱり変だと思う。

イ) 教師の権威を借りるしか方法がないか？

こういった場合、教師のかかわりが問題とな

る。議論が続くものの平行線をたどってなかなか意見が変わっていかない場合、前時に学習した 5/5 m は 1 m といったことに帰着させたり、6/10 m をあえて作らせる活動を仕組んだりしながら、1 m より長い 120 cm のテープが、≪2 m が「1」作戦≫では、いつの間にか短くなってしまい、おかしいと実感をもたせる。なんとなく ≪2 m が「1」作戦≫はおかしい。ならば、残りは ≪1 m が「1」作戦≫しかない。「一方が悪ければ他方で」と、答えを知っている教師の都合で「つじつまあわせ」で決着するとすれば残念である。それについては、次節で述べる。

4-2 P とノン P から Q を導く一般化のふり：加点を越えた選択・判断

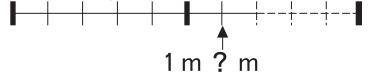
子どもの考えのよさを追求することは大切である。結果として、互いのよいことを加点するタイプの展開も増大した。他方で、練り上げは、互いの考え方ややり方を洗練しあい、よりよい考え、算数的に言えば、「いつでも、どこでも使える考え方・やり方」を生み出すためになされる。ここでは、もっともよい考えを選択・判断し、新しい考えを生み出す基準が求められる。第 1 章で述べた算数の価値が強調される所以である。

本書は、P とノン P から Q を生み出す選択・判断に焦点を当てる。第 2 章では、その選択・判断の基準を一般性・活用性・通用性に認め、そのための作業を、「一般化のふり」と名づけた。教師の権威で収束するのではなく、他の問題場面にも適用を図ることによって、より一般性の高いものを子ども自らが選択・判断できるように展開する。以下、先の展開例に続けて解説する。

ア) 与えられた問題を動的に可変的にとらえ直す一般化のふり

②本時の課題 のテープ

の長さは、何 m かな？



この問題で議論が進んでいるが、昨日の既習である  を提示する若しくは想起させる場面があってよい。6/5 m だけがテープの長さではない。いろいろなテープの長さを持ち出して、どう

表示するのをやってみる。

「」を扱うと、分割分数派は、どうしても、昨日まで「 $1/5\text{ m}$ 」と表示されたものを、今日は「 $1/10\text{ m}$ 」と呼ぶことになる。多数を占める分割分数派の中には、その矛盾に気づき、何がおかしいのかを考え直し始める子どもが出始める。既習課題で復習し確認しておいたことが、推論の根拠として役立つのである。

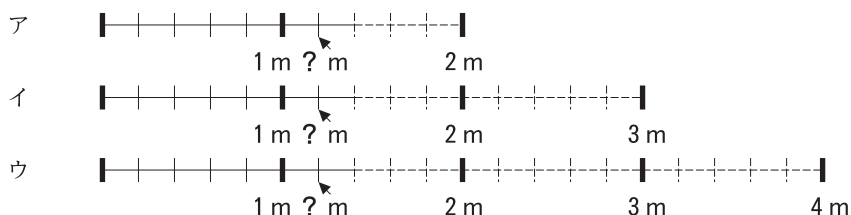
イ) 他者の立場を認めた上で、矛盾を突く一般化のふり

自分の立場の正当性を主張するだけではなく、過った考えを認め、矛盾に気づく場面を設定する。

「攻められると守りに入る」習性を人間は持っている。そのため、 $6/10\text{ m}$ の過りをただ突けばよいと考えるのは必ずしも best なアーギュメンテーションとは言えない。自信無げに解答を導き出した子どもは、すぐに考えを変更するかもしれない。逆に、信念をもって考え出した子どもは何とか自分の正しさを主張しようとしてこだわをもつ。これが対立・拮抗で生ずる平行線である。平行線になった場合に、自分は賛成できないけれども、仮に「もしも、 $6/10\text{ m}$ をよい」と仮定して話を進めることが決め手になる。

もとより数直線が途中で止まってしまっは長さが読めなくて不便であるから、問題提示の段階で 2 m まで数直線を伸ばしたのである。テープの長さは変えないで、以下のように数直線をどんどん伸ばしていく。

(問題提示②)  のテープの長さは、何 m かな？



分割分数派に尋ねるのである。「イの場合のテープの長さは？」「 $6/15\text{ m}$ 」「ウの場合のテープの長さは？」「 $6/20\text{ m}$ 」。もちろん、何の不思議さを感じない子どももいる。しかし、中には、「同じテープなのに、長さが変わってくる」とつぶやき意見を言い始める子どもが出始める。こ

が、意見が変わるきっかけとなる箇所である。自分の正しいと思った考えに、今まで反対していた友達も同調してくれた。しかし、正しいと思ったことをそのまま進めていくと、自己矛盾をきたす。それまで意固地になって自分の考えを主張していた子どもが、自分の考えの出発点に立ち戻って考え直し始める瞬間である。

4-3 活用・発展としての「学び直し」と「仕方の学習」

既習課題では復習としての学び直しがなされ、本習課題では活用・発展としての学び直しがなされると同時に、新しいアーギュメントの仕方の学習が営まれる。

4-3-1 本習課題で現れる既習と学び直し

- 2 m を 10 等分した 6 つつ分であることは理解できたが、 $6/10\text{ m}$ と表現してしまうと、前時まで学習した「 $6/10\text{ m}$ は、 1 m を 10 等分した 6 つつ分であること」と矛盾するため、立ち止まってしまった子ども
- 教師が示した数直線に惑わされて、直感的に $6/10\text{ m}$ と表現してしまった子ども
- 教師が確認のために示したテープの長さ 120 cm に引きずられ、無理に $120/200\text{ m}$ と表現してしまった子ども
- 塾や家庭学習で先行して学習しているため、根拠が不明確なまま、 $6/5\text{ m}$ と表現した子ども

授業で現れる多様な反応、実際にどういった既習でその考え方がなされたのか、その表現（反応）の起因は、授業でこそ明らかになる。

個々の反応の根拠ややり方を聞けばその起因もわかる。そして、本時であれば、「分割分数とみなしているのか、量分数としてみなしているのか」といった意味の見直しができる。子どもの多様な考え方ややり方を認めることは、自信をもたせるためだけに行う

のではなく、どのような根拠に基づいたものなのかを議論し授業の目標へ接近するために行う。

PとノンPでQを得たことで「学び直し」内容の確認がなされる。既習と比較して、本時では、何が違っていたのか。違っていたために何を見直さなければならなかったのか。不完全な解答をした子どもだけが学び直すわけではない。正解した子どもも含め、不完全な解答をした子どもの考えを再現し、それと比較することで、一般性が追及され、一般性が成り立つ考えとしてQを学べたのである。

4-3-2 ノートや黒板に表現してこそできるアーギュメント

子どもの個別の考え方ややり方を、集団での交流場面にどう位置づければ、アーギュメントは活性化するだろう。「迷い」などの曖昧な考えほど、自力解決過程で消滅する可能性が高い。ノートへの記述の仕方を見ても、「間違っと思ったものは消してしまう」子どもが多い。「正答を書くために表現する」意識が強すぎると、子どもは正解を聞いた方がはやくと考えるようになる。

表現は、新しい考えを生み出す試行への思考の挑戦過程を記録するものであり(自分のため)、自分の推論の結果が定まった上で他者に説明するためにさらにわかりやすく整理される(他人のため)ものである。自分の挑戦の軌跡をノートにも書きとどめてあれば、何を学んだか、何を学び直せたかも明瞭になる。思考の挑戦としての表現と、他者への説明のための表現の両方を低学年から鍛えればこそ、自ら学び自ら考える子どもも育つ。

子どもの発言は個々の考えであるのに対して、板書はその個別の考えを公に位置付ける機会となる。一度、教師が指名し黒板に記されれば、Pも、ノンPも、個人の考えではなく、互いに議論すべき対等な考えとなり、決着を付ける必要がある。黒板上で吹き出しに記された悩みも、黄色で記された「わり算の決まり」などの命名も、矢線で認めたパターンも、子どもの次の段階の説明では、既存の考えとして利用されるようになる。であればこそ、板書計画は欠かせないのである。

4-3-3 内容を通して実現するアーギュメンテーションの仕方の学習

拡張場面で必ず起こる意味と手続きのズレを利用し、対立・拮抗を生み出し、他者の考えの不完全さを正論で論破しても、自分の考えは深まらない。

不完全な考え方をした他者の考え方を、「もし、あなたの考え方が正しいとしたら」と言う仮説を作り、他の場面に適用しようとする。不完全な考え方をした他者は、自分の考えを生かして導かれたその反例にゆさぶられ、自ら矛盾を感じる。反例を生み出す力は、他者理解の上に成り立つ概念であり、自分の正論ばかりを追求していたのでは生まれない。この反例を意図的に生み出すのが、「他の場合でも同じことが言えるのか」と問い直す『一般化のふりい』である。教師に与えられた問題から、子どもは真の問題を見出す。そして、子ども自らが問題を動的に可変的にとらえ、不完全な考え方をした他者を説得し、納得させるために、その考えの一般化の可能性を追求する。他の場合に一般化できるかを考えることで、反例が作れる、それが内容を通してなしえるタイプCとしてのアーギュメンテーションの仕方の学習である。

4-3-4 仕方の学習の連鎖を意識させる

拡張場面では、意味と手続きが一致している場面(うまくいく場面)から、ズレを生ずる場面(うまくいかない場面:えっ?)が生まれ解消されていく。新しい単元の概念形成に当たる場面にも、同様のことが言える。さらに、単元構成している小單元にも教師にとってはそれほど大きなズレを感じないまでも、子どもにとってはズレを感じる場面が生まれる。単に、題材によって区切っているのであれば、小単元の意味は薄れる。これらのズレを生ずる場面において、積極的に『反例』を作り出すことを、繰り返し学習していくのである。そうすることによって、学習内容に付随して、学習の仕方も洗練されてくるのである。

4-4. アーギュメンテーションの授業展開

4-4-1 アーギュメントの構図マップ(※2)

本書では、既習課題による復習としての学び直

しながなされていることを前提に、本習課題でなしえるアーギュメントのみに焦点化して記述した指導事例を第4章に収めた。各指導事例では、ここでのアーギュメントを、第2章で述べたアーギュメントの構図を前提に、次に示す1枚のマップで表し、授業事例を解説している。

事例の前提には、普段の指導で培われるべき算数の価値、表現力、例を生み出す力などが教えられる。既習課題による復習としての学び直しがあればこそ話し合いの根拠も明瞭になる。本章で述べた展開への配慮も必要になる。

事例を参考にされる際に読者に留意いただきたいことがある。タイプCの授業は、P(テーゼ)とノンP(アンチテーゼ)による対話だけで展開されるわけではない。意味と手続きによる授業づくり²はもとより、多様な考えを整理し、何を学び直すのか、何を学ぶのか、その話し合うべき学習内容を明確にする主旨で生まれた。このマップは話し合いの主題、なされる必要がある対話の内容をわかりやすく示す主旨で示された話し合いの構図である。示した展開事例例は、行った授業を、構図を明確にして記述したものである。授業は生もの。子どもの考え、反応に準じて変化する。考えをただ順に発表しても、話し合いにならない。どのように話し合いを計画すれば論点の明確な話し合いができるかを示すために「ズレ」、「異表現」、「一般化のふるい」という項目で、その構図を解説している。「ズレ」は、何が背景となって論点(テーゼ、アンチテーゼ)が生まれるかを解説したものであり、「異表現」は、どのような表現の工夫によって考えの妥当性を相手にわかりやすく説明するかを解説したものであり、「一般化のふるい」は最終的に考えの一般性・有効性を基準に話し合いを決着させる際の方策を示したものである。

4-4-2 考えの妥当性のアーギュメントに焦点を当てた展開

子どもの考えは多様である。その考えを事前に予想し、類型化し、すべての子どもが参加する展開を工夫する。その展開の様相は様々であり、PとノンPによる展開機会は限定される。そして、ともすれば、このような対話がなしえる場面では、

処置に困った考えや誤りとして無視し、必要な考えを教え込んでしまうケースが少なくない³。教育課程改訂で強調された、考えの真偽、算数の価値の追求を行う絶好の機会が、タイプCの授業は、本書が提案する弁証法的なアーギュメンテーションによる授業である。そこでは、「例えば」、「だったら」、「もしも」、「だって」、「でも」というような話し合いの仕方⁴が強化され、自らの考えを意味付け、他の表し方で説明するための表現力が強化される。

4-4-3 一般化のふるいによる決着に焦点を当てた展開

多くのPとノンPによる対話は、それぞれの考えの妥当性を話題にするだけで議論が決着する場合が少なくない。ところが特に拡張場面では、弁証法的な対話を行う中で、自分の考えの正しさにこだわり、相手の考えが受け入れられなくなる場合や、それぞれの考えの妥当性を話題にするだけでは納得がいけない場合がよくある。

その場合に、「もしも」「だったら」という反例、仮に相手の考え(結論)が正しいとしてそれを使って推論すると何が起きるかを示す「背理法型」反例、その考えの一般性や有効性を、他の場合で成り立つかどうか、その考えを一般化してもよいかどうかで吟味する「一般化のふるい」が有効である。

5 これからの課題と展望

5-1. 意味と手続きで、すべての単元構成を語れるか

世に問う事例が多くなったとはいえ、意味と手続きの理論は、単元構成の一部分しか語れないとの考えも現場に根強い。

いくつかの事例を積み重ねていく中で見えてきたものは、あまりの処理の場面などのように、半数ほどの子どもが手続きを先行して意味を欠落した反応が現れる場合や長さで導入される仮分数表示などは、拮抗した状況となる場合が多い。しかし、12を102と表記したりする子どもは自力解決の過程で消滅してしまうことが多く、少数の子どもは反応として見落としてしまう場合もある。

そこで、本研究では、一見、意味と手続きの授

業理論とは無縁の視点で実際の授業づくりをしているように見えても、つまり（子どもにとっての「問い」）が生まれ、授業が活性化する場面であれば、この理論の範疇に組み込んでいけないかと考えている。つまりが生起される場面は、問題解決学習の出発点であり、意味と手続きという用語で説明しきれのではないかと仮説である。

では、今までなぜ説明しきれなかったのか。既習とのズレを問題にしてきたが、既習の範囲を学校で行われる算数の学習に限定していたことが原因ではないか。その証拠に、高学年になるほど既習が多くなるので複雑な組み合わせになる場合や子どもによって既習内容の差が生まれるが、つまりの原因を意味と手続きで語りやすい。しかし、低学年は、既習が少なく該当箇所が少ないと考えられてきた。また、系統性の少ない領域でも見出しにくい。

子どもの学び・理解に焦点を当て、日常生活で経験したことも既習の範囲として広げることによって、低学年など日常生活との接点で授業場면을構成することも多く、ズレを意味と手続きで語れるのではないかと考えている。

さらに、意味と手続きが解消されたのち手続き化が単純に進むと当初考えられていたが、むしろ、学び得た学習内容（意味と手続きが一致した状態）が、もっと広範囲の問題にも適用できないか、子ども自身が問題場면을広げていく。この状態は、ケアレスミスなど起こしていないかどうかを見守るだけでいい。こうした手続き化する過程においては、多くの子どもがつまり始める問題場面に焦点を当てることによって、教師が単純に手続き化されると思っていた場面でも子どものつまりが存在しているのではないかと仮説を設定し、単元構成のすべてを「意味と手続き」から語ろうとするものである。

田中が現職で集めた数万点を含む授業実践を、問いが発生する（意味と手続きのズレ）問題解決的学習と意味と手続きが一致した段階で適用範囲を広げていく授業とに区別する。特に、一つの単元でいくつかの小単元で構成されている場合、小単元の導入場面の実践に子どもなりの拡張が表れていないかという視点で授業を分析する。近年の

授業は、活用の名のもとに、単純な適用を図る場面の実践が多く、本時新たに学びえたものとは何かという視点で見極め、適用範囲の範囲をどのように基礎・基本として限定するとよいのか仮説を打ち立てる。

同じ場面の授業であっても、展開が同じとは限らない。授業を構成している要件を構造的に整理し比較する中で、変数を限定的にとらえ、意味と手続きとの関連性を調査する。つまりのすべてを意味と手続きのズレから語ることが主眼である。これで語れない場合には、礒田理論に新たな視点を組み込むべきなのかどうか、単元構成の在り方を意味と手続きで語るのはいまだ無理なのかどうか、礒田も交えながら、札幌・石巻の実践者を交えて検討会をもちたい。

5-2. 一般化に向けたズレ解消の過程を精査する

一般化に向けたズレ解消の過程を想定で書いてある事例も多いので、不合理に考えられる場面については、仮説的に実験授業を行い検証する。

ズレを生み出す場面までは、どの学級でも生み出せたとしても、ズレを解消の過程は、想定通りうまくいくものではない。特に、つまりきやとまどいや停滞といった記述がないものは、確かに子どもの発言としてはそういったものが出てきているのは事実であるが、間があきすぎたり、記述されていない誘導尋問があったり、「君の考えは本当にそれでいいのかな」と優しい言葉がけではあるが、子どもにとっては信頼する教師から何度も問い直されると違うのかもしれないと考え、考えを改めたりする場合も多い。

本研究で一般化するために必要な要件として明示している「立ち返るべき既習」や「反例」を駆使して授業が構成されているのかを見極め、不自然なものについては、やはり実験的・仮説的に検証しなくてはならない。このような個所が多くなった場合、最低複数チームでの検証が必要であるが、自己検証の場も生まれる。加工しない生データとして、ズレを解消して一般化していく姿を如実に語る単元構成を作り上げていきたい。

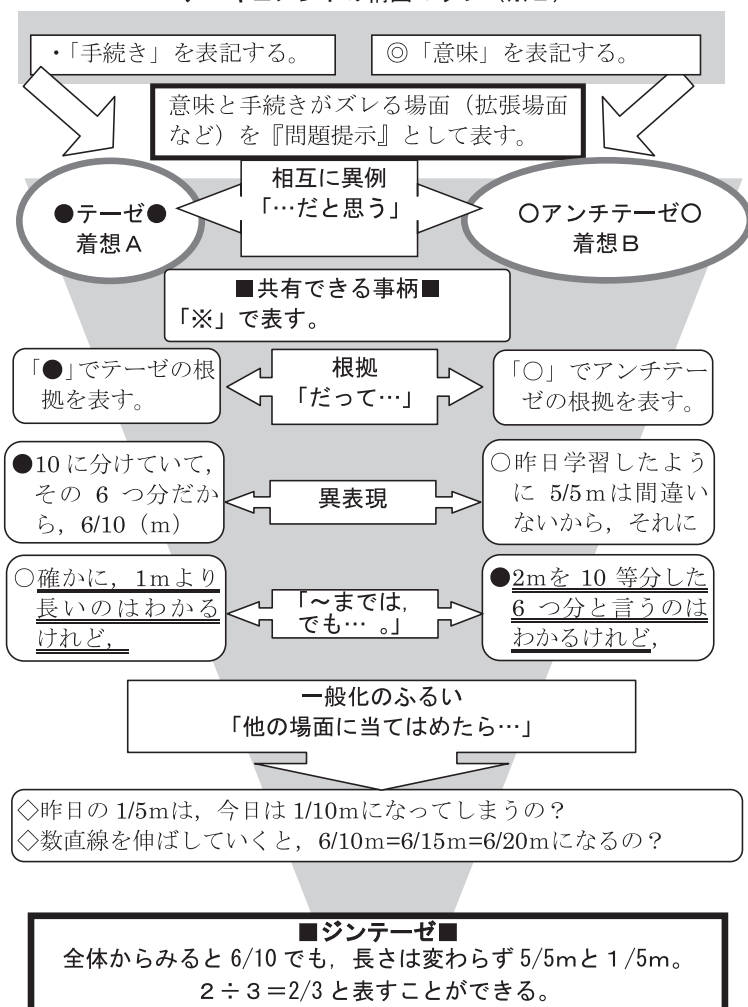
系統性の強い「数と計算」領域から、全学年、意味と手続きに着眼した単元構成を開発作成する。中間地点でモデル化の検証検討会を設定し、

引き続き、「量と測定」「数量関係」と進め、系統性の低い「図形」を最後に行い、全単元・全領域を包含した単元構成を開発作成したい。

今回の研究発表では、その時々時代の要請に基づいて発刊してきた書籍の底流に流れている「意味と手続き」という用語に立ち戻り、各事例を整理するとともにこれから比較研究・調査研究

を行う中で課題を整理するとともに各々に仮説を設定した。事例として紙面を割いたものは、難教材の一つと言われ子どもたちが主体的に概念を形成しにくいと言われてきた場面を、実証的に意味と手続きと言う用語こだわり構成したものである。

アーギュメントの構図マップ (※2)



() : 記号の意味

既習の内容で手続き(●)と意味(○)を分けて書き表す。

意味と手続きのズレを生む問題提示。

つまずきの代表例をテーゼ(●)とし、正解の代表例をアンチテーゼ(○)として表す。

左側にはテーゼ(●)の根拠が、右側にはアンチテーゼ(○)の根拠が示される。

○●が左右のままの場合、他者の不適切さを追求し、自己の正当を主張している。

○●が左右反転している場合、すべてではないが、途中までは他者の考えや立場を理解(○)し、同じ土俵に乗りながら、相手自身が矛盾に気づくよう意見を述べ合っていることを示している。

「もし〜だったら」と他者の考えや立場を認め、進めていこうとすると、矛盾が起こること(◇)に気づかせ、「いつでも、どこでも使える」考え方・やり方に統合していく場面を示す。

議論の結果、新たに共有された学習内容を示し、ジンテーゼ(■)として記述する。

【一作目から四作目までの「数と計算」領域の事例】

学年	何作目	単元名	ズレの生成
1 年	④	じゅんばんのかずのけいさん	順序数と集合数の意味のズレ。
1 年	②④	20 より大きい数	「ひゃくろく」を 1006 と表記するズレ。
1 年	③	大きな数	具体物で操作させると位の部屋に 10 以上置こうとするズレ。 「じゅうに じゅうさん」と読み方のズレ。
1 年	②④	ひきざん	求差と求残の意味から起こる式化のズレ。
2 年	①④	たし算	2 回繰り上がりがあるとき、どのくらいから計算するかによる数値のズレ（計算の仕方から）（具体物の操作から）。
2 年	④	たし算とひき算	全体と部分の関係把握で起こる加法か減法かのズレ。
2 年	③	かけ算	かけ算の立式の意味のズレ。
2 年	④	分数	分割分数におけるもとの大きさによる意味のズレ。
3 年	③	かけ算のひっ算①	3 口のかけ算における立式の意味のズレ。
	④	かけ算のひっ算①	繰り上がりのあるかけ算のひっ算における数値のズレ。
3 年	①	かけ算③	部分積に 2 回繰り上がりがあるときの数値のズレ。
3 年	②④	わり算	包含除と等分除の違いによる式化のズレ。
4 年	①	わり算	（何百何十）÷（何十）のあまりの数値のズレ。
4 年	④	わり算のひっ算	1 個の値段と 1 パックの値段のどちらを基にするかによる代金のズレ。
4 年	①④	小数のわり算	小数のあまりのあるわり算におけるあまりの処理のズレ。
4 年	①	式と計算	□を求める場合、たし算の構造の場合、ひき算で求められる。ひき算構造の場合、同様に逆算で求められると考える数値のズレ。
4 年	②③	分数	1 を超える分数を表せない。分割分数とみるか量分数とみるかのズレ。（液量で）（長さで）
5 年	④	小数のかけ算	かけ算に対する意識のズレ。
5 年	①	小数のわり算	整数から小数へのわり算の拡張を図る場面（式化）のズレ。
	①		わる数もわられる数も整数にしようとして現れるズレ。
	①④		あまりのあるわり算におけるあまりの処理のズレ。
5 年	④	分数と小数	量分数と分割分数のズレ。（液量で）（長さで）
5 年	④	分数のかけ算とわり算	分数÷整数において、特殊な数値から一般的な数値に変わるときの手続きのズレ。
6 年	④	分数のかけ算	帯分数×真分数をたし算手順と同じに考えたためのズレ。
6 年	①	分数のわり算	計算の値と図の値のズレ。

1 溝口達也(2004)．学習指導における子どものコンセプトの変容に関する研究」．鳥取大学教育地域科学部教育実践総合センター研究年報，13，31-41．

2 磯田（1996）．多様な考えを生み練り合う問題解決授業．明治図書．

3 「議論は、時に他者と対立するものととらえられ敬遠されがちであるが、対話すること、議論することを通して、自分の思考・理解が深まり新たな発想が生まれる

という実感、他者とかかわりながらよりよく問題解決をする楽しさが味わえるという意識を培うこと、（中略）意見の異なる人と議論して協同的に問題解決をする態度を育成することや、意見の対立が生じたとき、その対立を乗り越えて問題解決をする仕方を身に付けさせることが期待される」文部科学省言語力育成協力者会議報告書（平成 18 年）「誤ることは悪いこと」「否定することは悪いこと」というような算数らしくない価値観が背後に

はある。本書では、誤りは過(あやま)りとみなす。

4 田中博史(2001) 算数的表現力を育てる授業.東洋館
(一作目)

「葛藤と納得を求める問題解決授業の構想：理論と実践の会最終報告書（1992年（平成4年）12月 礒田正美）」をもとに、算数教育（明治図書月刊誌）に2回の連載を行い、世に問うた一作目が、「多様な考えを生み練り合う問題解決授業—意味とやり方のズレによる葛藤と納得の授業づくり—1996年（平成8年）4月 編著 礒田正美 明治図書出版」である。

(二作目)

発展学習を意味と手続きのズレによって学び直しを図るものとして位置づけ、富山県と札幌市の授業実践が、礒田理論をもとに、「自ら考える力を伸ばす算数の発展学習—意味と手続きによるわかる算数授業のデザイン—2005年（平成17年）12月 編著 礒田正美・岸本忠之 明治図書出版」を発売し世に問うた。

(三作目)

学習指導要領の全教科への要請事項「道徳教育」「言

語活動」を念頭に、子ども自らが反例を駆使して一般化を図る授業（最後まで教え込まない授業）を目指して、「思考・判断・表現による『学び直し』を求める算数の授業改善—新学習指導要領が求める言語活動 アーギュメンテーションの実現—2009年（平成21年）2月 編著 礒田正美・田中秀典 明治図書出版」を発売し世に問うた。

(四作目)

「アイデアシートでうまくいく！算数科問題解決授業スタンダード 2013年（平成25年）2月 監修 礒田正美 編著 田中秀典・末原久史 明治図書出版」を発売し世に問うた。本書は、「意味と手続きのズレ」に着目し、「わからなさや悩み」によって生ずる子どもの「あれ？」を授業の中に積極的に位置づけ、学級の全員が納得できる既習の意味（立ち返るべき既習）や反例によって「なるほど！」と子どもが納得する場面をつくることで、子どもの考えを生かす授業、子どもがお互いの考えを知り、修正し、発展させる授業を展開する目的で構成されている。