

研究論文

社会的相互作用の導入と比例概念に対する 子どもの理解の深化

吉田 甫¹⁾・平山 十四郎²⁾

Social Interaction and Deepening Pupils' Understanding on Ratio Concepts

YOSHIDA Hajime and HIRAYAMA Toshiro

The present study was conducted to examine whether or not social interaction based on critical thinking promoted pupils' understanding on difficult concepts to learn. 68 pupils in a public elementary school participated to this study. Half of them were given an experimental program introduced social interaction among pupils based on critical thinking over three hours. The other half was taught according to the typical textbook on arithmetic. Interaction during the course of teaching was very active in the experimental group although it was passive in the textbook group. Pupils in the experimental group indicated superior performance in solving hard problems like ratio to ones in the textbook group. In addition, students in the experimental class also showed greater motivation to learning than ones in the textbook class. These results suggested that one of factors was social interaction based on critical thinking in order to deepen pupils' understanding.

Key words : critical thinking, social interaction, intervention

キーワード：社会的相互作用，介入，比例概念

最近子どもの学力低下が、問題として活発に取りあげられている。しかしながら、学力低下に関する議論は、現われては消えるテーマであり、今回はOECDでの調査結果が2004年に公表されたことが引き金となって、このテーマが再燃したものである。学力低下に関しては、さまざまな調査が公表されており、そうした結果からは、わが国の子どもの学力は、かなり低下していることが示唆されている（荻谷・志水、

2004；西村，2001）。ただ残念なことに、こうした調査研究は、学力が低下しているという実態を示すのみであり、それをどのように解決するかという科学的な処方箋は、ほとんど述べられていない。

子どもの理解を深化させる方向性として、吉田（2003）は、現行のカリキュラムを「教科の論理」から「子どもの論理」へ大きく変える必要があることを指摘している。「教科の論理」とは、現行のカリキュラムが基本的に依拠している枠組みを指している。それは、カリキュラムを構成する場合に何をその柱とするかという視座であり、たとえば、理科という教科であれば、自然科学という大きな論理構造を持つ概念

本研究は、文部科学省「オープンリサーチセンター整備事業」（「臨床人間科学の構築—対人援助のための人間環境研究（2005-2009）」）、科学研究費補助金（基礎研究B：課題番号14310045）および、科学研究費補助金（基礎研究B：課題番号15530439）による援助を受けた。

1) 立命館大学、2) 都城市立沖水小学校

を子どもが理解できるような形でまとめるというように構成されている。数学であれば数学という学問体系の、社会であれば社会科学という学問体系の構造を子どもが分かるように置き換えられたものである。こうした現行のカリキュラムでは、子どもの理解を深化させることが困難であることは、学力低下などにも示されているとおりである。

それに対して、「子どもの論理」とは、現行の指導内容に加えて、子どもの認識、問題解決、解決方略などをも組み合わせたカリキュラムを指している。われわれは、これまで子どもにとって学習することが困難な概念、たとえば分数や割合、書き、濃度などについて、子どもの論理に従ったカリキュラムを構成した。そのカリキュラムに従って指導を受けた子どもは、課題によって異なるが、教科書で教えられた子どもに比べると40~300%もの理解の深化が見られることを実証した(大崎・吉田, 2002; 黒木・吉田, 1998; Yoshida & Sawano, 2002; 吉田・河野, 2003)。

子どもの論理をベースにしたカリキュラムを構成するさいの基本的に必要な要素としては、(1) 所与の領域において子どもが持っている豊かなインフォーマルな知識の同定、(2) 学習において子どもがもつ認知的障害の同定、(3) これらの知識を導入していくさいの方法の同定などが、あげられる(吉田, 2003)。本報告は、これらの要素の中でも3の方法の同定に関連している。教育の方法と一口に言っても、さまざまなアプローチがこれまでも考案されている。本報告で取りあげるのは、子どものメタ認知を活性化することを意図したアプローチである。そのアプローチの1つとして、本論文では子どもに批判的思考を獲得させ、それによって自らの認識や問題解決を振り返る自己モニターの能力を獲得させることを目的とする。批判的思考とは、人が陥りやすい思考の落とし穴

や先入観を自覚した上で、そこから脱却し物事を慎重に、また合理的に考え、判断していく思考のスタイルを指す(Zechmeister & Johnson, 1992)。つまり、批判的思考というとき一般には他者に対する批判的思考と捉えがちだが、そうではなく自らの思考内容をモニターすることが求められるというものである。批判的思考の能力を獲得することは、自らの認知をモニターする能力を獲得することにもつながり、それはまた子どもによる概念の理解の深化を促進する方法の1つになることが期待される。

さて、通常の教室での指導では、子どものメタ認知を促進するといったことはほとんど考慮されていない(Moley et al., 1992)。実際、平山・吉田(1999)は、日本の小学校において15の授業を観察・録画して、教師がメタ認知的な機能を発揮するような発言などをおこなっているかを検討した。その結果、教師の発言の94%は、方略を提案したり、考え方を説明したりといった直接的な指導に関わる活動であり、メタ認知的な機能と考えられる発言は15の授業の総発言数の中でわずか4%にすぎないことが見いだされた。こうした結果からも、子どもの論理を組み込んだカリキュラムを構成する場合に、インフォーマルな知識や学習における認知的バリアの同定にとどまらずに、メタ認知を獲得させる教育方法の開発は、きわめて重要なものとなる。

そこで本研究では、クラスの子どもの半数には「質問する側」を割り当て、残り半分には「質問される側」を割り当て、互いのグループが討論することで、批判的思考を獲得させることを意図する。質問する側は、ある概念や考え方に対して「なぜそうなるのか」という問いを出し続けることが求められる。これに対し、質問される側は、その問いに答えることが要求される。この役割は、1時間毎に交替するというもので、固定的なものではない。こうした相互作用によって、所与の概念に対して子どもは自らの思考

やその過程をモニターすることを余儀なくされる。それによって、自己の理解過程を振り返り、自らの言葉で理解の内容を再度表現することになる。このような過程を繰り返すことにより、所与の概念に対する理解が深化することが期待されるし、またメタ認知の能力も獲得できると考えられる。しかし、テキストで教えられるクラスでは、こうした相互作用を期待することはほとんど不可能である。そこで、相互作用を実験的に導入されたクラスでは、通常テキストで教えられるクラスに比べて、概念に対する理解が大きく深化するかどうかを検討することが、本研究の目的である。

方法

参加者

地方都市の郊外にある公立小学校の5年生68人が、この研究に参加した。この内、34人が実験群となり、残り34人がテキスト群であった。

手続き

研究の対象にした小単元は、「何倍でしょう」であり、3時間の内容である。この単元では、まずある部屋の畳の数とそこに入る子どもの数とを提示して、混みぐあいを考えさせる。2時間目には、単位量あたりとして混みぐあいを調べる計算式を導入する。3時間目ではその計算式を適用して文章題を解決するという構成になっている。

実験群とテキスト群の指導の違いは、批判的思考の導入の有無であるが、そのために指導手順が異なっている。実験群での各時間での指導の枠組みは、4ステップから構成されており、最初は課題に対する情報を広げ、問いをもつステップである。第2は、問いを整理し、問題意識をもつステップである。ここでは、クラス全体で共通に解決する問題を正確に認識させる。第3は、問題を方向づけて検討するが、ここで

解決方略についての妥当性について批判的に検討するステップである。ここで、子どもから出されたいくつかの解決方略を提示し、それについての相互作用を深める。具体的には、クラスの子どもが、「質問する側」と「質問される側」という2グループに分かれる。質問する側は、質問される側の子どもに対して基本的になぜそのような考えをしたのかを質問する。質問を受けた子どもは、当然ではあるが、その問いに答えなければならない。その回答で、質問する側が納得できなければさらに質問する側が少し形を変えて質問を続けることになる。納得できたら、そこで質問する側と質問される側とが役割を交替する。そこで、子どもから提案されていた別の解決方略について、質問する側が質問される側に質問を与えて、解答を求めるという形で授業を進める。教師は、これらの相互作用を見守りながら相互作用が立ち往生した、ある程度完了したなどといった時点で適宜介入して、相互作用を促進するというスタンスでの指導スタイルをとる。第4は、第3ステップで出された考え方が、他の問題にも適用できるかどうかを検討するステップである。

これに対して、テキスト群の指導は、教科書に従った指導スタイルであり、実験群の第3ステップで導入されるような批判的思考に基づいた相互作用は展開されない。ここでも各時間の指導は、主に4つのステップに分かれている。第1は、問題の意味を把握するステップである。第2は、理解した問題を図や線分図などで表現するステップである。第3は、それらの表現を基に、各人が問題を解決し、その後で解決方略について話しあうというステップである。第4は、適用問題を解くというステップである。

授業者は、それぞれのクラスの担任教師であった。両クラスのすべての授業は、ビデオで録画された。

評価

事前テスト：事前テストは、単元の授業が始まる1週前にクラス全体で一斉におこなわれた。ここでは、整数のたし算、ひき算、かけ算などの四則を含んだ倍概念に関する文章題が、4問用意された。

事後テスト：事後テストは、単元の授業が終わって2～3日以内に一斉に実施された。ここでは、3種類の評価を行った。最初は、単元終了後の達成度を査定する問題である。倍概念の理解を査定する文章題を4問用意したが、その内の2問は置き換えのタイプであり、残りは相殺のタイプの問題である。第2の評価は、問題解決を求めるのではなく、問題に対して誤った答えを提示し、それに対する子どものコメントを求めるものである。実際に用いられた問題は、「ひろこさんはリボンを買いました。リボンは、0.3mで240円でした。でもひろこさんはそのリボンを1mほしかったそうです。リボン1mのねだんは何円でしょう」である。提示された答えは、「 $240 \times 0.3 = 720$ 、だから1mのねだんは720円です」というものである。第3の評価は、単元の授業に対する意欲などを評定するアンケートである。これは鹿毛(1993)を参考に、単元内容に合うように、8つの領域について合計32の質問項目を設定した。

結果

(1) 事前テスト

2つのクラス間の事前テストの得点には、有意な差がなかった。このため、実験群とテキスト群とは、授業で導入される概念に類似した知識では、差がないといえる。

(2) 相互作用の内容

3時間の授業で子どもから出された解決方略は、実験群で6種類、テキスト群で5種類と提示された方略のタイプでは、ほとんど類似して

いた。実験群では、それぞれの時間でそれぞれ2種類の方略が提案された。一方、テキスト群では1と2時間目ではそれぞれ2種類の方略、3時間目に1種類の方略が、それぞれ提案された。

授業中におけるすべての発言をプロトコル化し、そのプロトコルから、子どもの発話内容を平山・吉田(1999)に従って分類した。分類基準としては、以下の7タイプである、

主張：自己の意見や解釈の提示

反論：相手の意見に対して理由を述べながら反対する

質問：相手の主張内容の不明な部分を尋ねる

支持：相手の意見や主張に賛成をする

精緻化：自己や他者の意見や主張をもう一度詳しく述べるが、そこで新たな根拠を加えて説明しなおす

説明：他者からの意見に対して反応する

否定的評価：他者の意見や主張に対してネガティブな評価をする

子どもの発言を分析する単位は、これらのタイプに属する発言内容があるときに1回とカウントした。多くの場合、1人の子どもは、1つのタイプに属する内容を発言していたが、2種類のタイプ以上の発言をする場合も少数ながら存在した。授業の中で生じた子どもの発言をこれら7つのタイプに分類した。これらのタイプに属しないと見なされた発言は、分析の対象とはされなかった。まず上記の基準に従って2人の評定者がすべての発言を分類し、不一致であったところについては話し合いをし、最終的に2人の評定者間の一致度が.82に達した。そこで、2人の内の1人が、すべての授業における子どもの発言内容を分類した。

授業中での第3ステップでの話し合いにおける発言内容をそれぞれの群毎に分類した結果が、表1に示されている。表から明らかかなよう

表1. 両群における子どもの発話内容の分布

	主張	反論	質問	支持	精緻化	説明	否定的評価
テキスト群	5	0	13	0	1	14	0
実験群	11	3	13	3	10	10	2

に、質問や説明は、両群間には差が見られない。しかし、主張や精緻化タイプについては、実験群が圧倒的に多くの発言をおこなっていることが分かる。また、反論や支持は、数こそ少ないものの、テキスト群ではまったく出現していないが、実験群ではそれぞれ3回の発言が見られる。これらのデータが示すものは、実験群においては子ども同士の相互作用がかなり活発であったことを物語っている。

これらのデータのみでは、授業中における相互作用の香りは伝わらない。そこで、両群の違いを示すために、相互作用部分について短く抜粋してみよう。いかは、いずれも単位あたりの面積からとれるイモについての討論部分である。

教科書群

C 1 : この式は、1 kgあたりの畑の面積で、式を、みる君の方は、 $50 \div 63 = 0.79$ で、ゆたか君の方は、 $80 \div 108 = 0.74$ で、全体を割り切れなかったので2桁の概数にいたしました。こっちの方は、取れ高が同じ時には、面積が小さい方がよくとれる方なので、ゆたか君の方がよくとれると言えます。みなさん、どうですか。

小数 : 分かりました。

T : なんか難しいみたいですね。こっちの問題に移っていいですか。なんか難しく考えているようですね。これイモ（図を提示）、イモ1 kgだと思ってください。何キロ？ 2つで。

C 2 : 2 kg

T : 2 kgだね。これ畑、1枚が 1 m^2 （図を提示）、何 m^2 ありますか？ ゆうじ君

C 3 : 4 m^2

T : 4 m^2 ありますね。そしたら、 1 m^2 あたりの取れ高はどういう式になります？

イモ2 kg、畑の広さが 4 m^2 、イモ1 kgあたり何 m^2 になります？ ゆうじ君

C 3 : . . .

T : 何言ってるのか、分かりません。

C 3 : 分かりません。

T : 岡留さん。

C 4 : . . .

T : イモ1 kgあたりの畑の広さはどんな式？

C 4 : 分かりません。

実験群

T : さあ、これどうでしょう。

C 1 : 何で割らないといけないんですか？

C 2 : 森山君や柳田君のを反対にしたわり算と一緒にじゃないんですか。何で答えが違うんですか。

C 3 : あたりまえじゃん、反対にしたら答えは違うわ。

T : 最初の質問に戻りますよ。どうして50を63で割るんですかっていう質問。

C 4 : 1 m^2 分のイモの量を出すためです。

C 5 : 意味が分かりません。

T : これは、 1 m^2 分の？ これと（森山君と柳田君）と一緒にののだと。

C 6 : そうだよ。そしたら $63 \div 50$ でもいいんじゃないですか。

C 7 : $63 \div 50$ だったら、最初の単位がkgだから、 1.26 kg になる。

C 8 : だったら、山田君のは何なんですか。

C 4 : m^2

C 1 : だったら、畑の面積とイモの量を何で割

らないといけないんですか。

C 4 : だから, 1 m²分のイモの・・

C 8 : ほら, 最初の単位はm²やわあ。

T : 山田君, いい, 言葉でいきましょう。50を63kgで割っています。出てきたのは, 切り上げたら0.79になります。この0.79ってというのは何でしょう。山田君たちは, 1 m²分のイモの量っていいたいんでしょう。

C 4 : はい。

T : はたしてイモの量なのか

C 9 : いや, 違います。

T : 違う。

多く:(ざわざわする)

以下省略

このプロトコルを見ると, テキスト群では, 基本的に教師と子どもの相互作用が中心となっており, 子ども同士の相互作用はほとんど展開されていない。それに対し, 実験群では教師の発言は要所のみで, 他はすべて子どもが互いにさまざまな発言をおこない, それによって問題をさらに理解しようとする過程となっていることが分かるだろう。

(3) 事後テストでの問題解決

倍概念に関する4問の文章題に関する平均正答率が, 図1の平均に示されている。2群の差

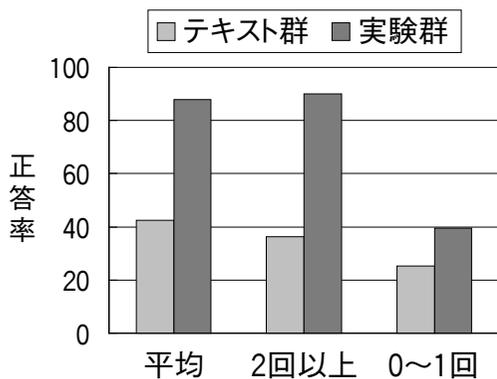


図1. 両群における事後テストでの正答率

は, 統計的に有意であり, $t(66)=8.29$, $p<0.001$, 実験群はテキスト群に比べて2倍以上もの成績を示していた。こうして, 批判的思考をベースにした相互作用は, 子どもの問題解決を大きく促進することが実証された。

この結果は, もちろんクラスの中でそれぞれの子どもが他者と相互作用する中で獲得された能力である。ただ, 実際の相互作用場面では実験群といえどもすべての子どもがこの相互作用に活発に関わっていたのではない。何回も発言する子どももいれば, まったく音無の子どもも存在していた。そこで, この相互作用に積極的に参加した子どもとそうでない子どもとの差を分析してみた。そこで, 授業中に2回以上発言した子どもと, 0~1回の発言をした子どもを取り出した。実験群では, 2回以上の発言者は14人, テキスト群は8人であった。彼らを0~1回の発言者との平均正答率を比較した。

その結果は, やはり図1に示されている。いずれの場合も, 2つのグループ間の差は統計的に有意であった, 2回以上では $t(20)=10.29$, $p<0.001$, 0~1回では $t(46)=4.17$, $p<0.01$ 。2回以上の発言者では, 実験群はテキスト群の2.5倍というきわめて高い成績を示している。これに対して, 0~1回の発言者では, 実験群の成績はテキスト群よりも56%高い成績を示していた。

次に, 問題に対して誤った答えを提示し, それに対する子どもの反応を見てみる。子どもの反応は, 相互作用中の発言のタイプとほとんど同じものが出現したが, それ以外にその答えを計算ミスだと指摘するものがあつた。これらの反応タイプをそれぞれ筆記した子どもの数が, 表2に示されている。表から明らかのように, 実験群が誤った答えに反論を圧倒的に多くしていた。誤った答えを計算ミスだと考えた子どもや, 自説を主張した子ども, あるいはその答えを支持した子どもの数には, 群間に差が見られ

表 2. 誤った答えに対する子どもの反応の分布

	主張	反論	質問	支持	計算ミス	無答
テキスト群	2	1	2	9	6	6
実験群	2	11	4	8	6	0

なかった。

(4) 学習への意欲に関するアンケート結果

意欲に関するアンケートは、8つの領域に分かれている。それらは、1は知的好奇心、2は挑戦、3は自律性、4は思考重視、5は柔軟性、6は強制感、7は積極的、8は有能感である。これらの項目に対する子どもの自己評定を求め、2つのグループ毎の平均点を示したのが、図2である。

両群間の差を検定したところ、知的好奇心で、 $t(66)=5.19$, $p<0.01$, 挑戦で、 $t(66)=6.05$, $p<0.01$, 思考重視で、 $t(66)=5.92$, $p<0.01$, 強制感で、 $t(66)=4.78$, $p<0.01$, それぞれ有意な差が見られた。こうして、全体としてみると、実験群の方が、テキスト群に比べて明らかに高い意欲を示していることが示された。

考察

本研究は、批判的思考をベースにした相互作

用を導入した授業をおこない、相互作用のあり方、および子どもの問題解決などを比較検討した。

その結果、テキスト群では、「質問」や「説明」といった内容を主体とした相互作用で展開されているのに対し、実験群では「質問」や「説明」に加えて、「主張」、「反論」、「支持」、「精緻化」、「否定的評価」などという内容で相互作用が展開されていることが、分かった。このことは、テキスト群での相互作用は、いわゆる一問一答形式的なやりとりで終始していることを示唆している。それに対し、実験群では、「式の意味」や「式から求められた答えの意味」について、さまざまな角度から「質問」や「主張」などがなされ、テキスト群に比べるとその内容についてかなりの「精緻化」が、展開されていた。つまり、これは一問一答というものではなく、ある子どもの発言と次の発言とがそれぞれに関連し合った形で相互作用が展開されていることを示している。

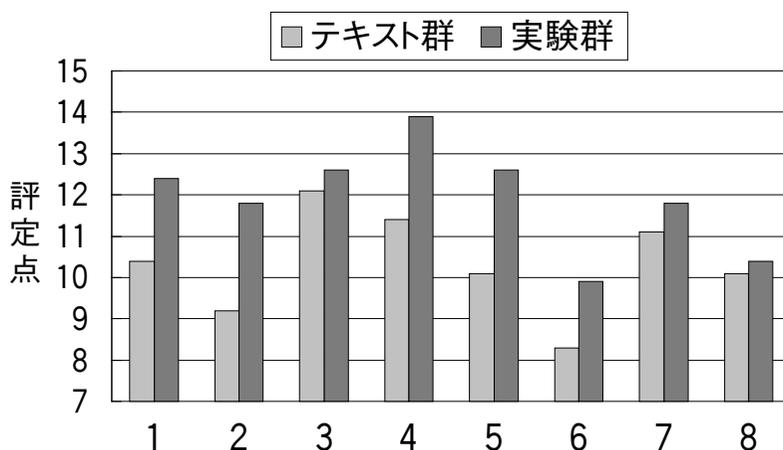


図 2. 両群における動機づけ項目の評定点の比較

事後テストにおいては、実験群の子どもは、テキスト群に比べると、問題解決が2倍以上も促進されていた。しかも、相互作用に積極的に関与した子どもほど、問題への理解は深化していることも示された。加えて、誤った仮定の答えに対する実験群の子どもの反応からは、単なる計算ミスという指摘だけでなく、反論という形で考えそのものがおかしいという指摘をしている子どもが、圧倒的に多かった。もちろん子どもが指摘している内容すべてが正しいものではなかったが、自分の考えを押し出しながら批判的に検討している子どもが実験群で多かったことは、特筆すべきことであろう。さらに、そうした相互作用を経験することは、子どもに学習への意欲を大いに喚起させたことも、実証された。

こうした効果が得られた要因を以下に考察してみる。まず批判的な思考をベースにした相互作用の場合には、提示された情報にかなりの精緻化がなされたということが、あげられる。その結果自体は、表1からも明らかだが、実際の相互作用の展開を見ることでそれがもっと具体的に示される。たとえば、テキスト群では、教師は「とにかく少しでも分からなかったら、質問してください」と指示した上で、話し合いが展開されている。しかしこうした一般的な指示は、子どもにはほとんど影響を与えなかったことは、結果からも明らかであろう。それに対し、実験群では、教師は「友だちの考えに対してなぜそうなるのかを質問してください」と指示している。このことによって、実験群での相互作用は、子どもの発言に大きなまとまりが形成され、さまざまな角度からの検討がなされることになった。つまり、＜質問する側＞が質問すると、＜質問される側＞は説明をし、さらにその説明に納得がいけない場合には自分の解釈を主張するあるいは反論するなどといったことが、繰り返されたのである。このことは、提示され

た情報にさまざまな付加的な情報を追加し、自らの考えをモニターする機会を提供したといえるであろう。

批判的思考をベースにした相互作用の中での子どもへの別の効果は、かなり細かな情報までも吟味し、深く思考する傾向を子どもが見せたことである。事後テストで誤った答えを提示しそれに対するコメントを求めた中でも、その傾向は示されている。つまり、誤った答えに対して、テキスト群に比べると、実験群は反論という形で、そこで示された考え自体がおかしいとかかなりの子どもが指摘している。これは、授業の中で「なぜそうなるのか」という問いを自ら生成し、「それでいいのか」、「他に考えがないのか」といった自己モニタリングの反映であろうと考えられる。

さらに相互作用に積極的に参加した子どもほど、なぜそうした解決をするのか、そのやり方は問題を解くのに適切化などを自己モニターしていたと考えられる。もちろん発言回数が少ない子どもは、こうした自己モニターがなかったということにはつながらない。図1から明らかのように、発言回数が少ない子どもについても実験群の子どもが、テキスト群よりも有意に問題を多く解決していた。これは、活発な相互作用の中に身をおくことで、発言こそしないものの、他者の発言を受け止め自己の考えとの比較・対照などさまざまな活動をおこなっていた可能性がある。これについては、今後の検討課題であろう。

こうして本研究では、批判的思考を相互作用の中に取り組むことによって相互作用を展開した。その結果、子どもの理解が大きく促進され、さらに学びへの子ども意欲も大きく上昇したという結果が得られた。このことは、相互作用が成功するための枠組みをどのように構成するのか、その1つの柱がこの研究で示されたと言えるだろう。

文献

- 大崎陽子・吉田甫（2002）作文学習におよぼすプランニングと推敲とを関連させた介入の効果. 読書科学, **46**, 72-79.
- 平山十四郎・吉田甫（1999）相互作用場面における子どものメタ認知的成分の分析と教師のメタ認知的な発話の分析. 宮崎大学教育文化学部・教育実践研究指導センター紀要, **6**, 1-8.
- 荻谷剛彦・志水宏吉（2004）学力の社会学. 岩波書店.
- 黒木亨・吉田甫（1998）子どもの論理を生かした新しい理科授業の創造への試み. 宮崎大学教育学部・教育実践研究指導センター紀要, Vol. **5**, 55-68.
- Moley, B.E., Hart, H.S., Leal, L., Santulli, K., Rao, N., Johnson, T., & Hamilton, L.B. 1992 The teacher's role in facilitating memory and study strategy development in the elementary school classrooms. *Child Development*, **63**, 653-672.
- 西村和雄（2001）学力低下が国を減ぼす. 日本経済新聞社.
- 吉田 甫（2003）学力低下をどう克服するか：子どもの目線から考える. 新曜社.
- 吉田甫・河野康夫（2003）インフォーマルな知識をベースにした教授介入：割合概念の場合. 科学教育研究, **27**, 111-119.
- Yoshida, H., & Sawano, K. 2002 Overcoming cognitive obstacles in learning fractions: Equal-partitioning and equal-whole. *Japanese Psychological Research*, **44**, 183-195.
- Zechmeister, E.B., & Johnson, J.E. 1992 Critical thinking: A functional approach. Brooks Cole.
(2005. 12. 28 受稿) (2006. 1. 25 受理)