

理科授業における実験班と教師のかかわりに関する事例的研究

— 学びの文脈と教える文脈との関連から —

久保田 善彦* 水落 芳明** 西川 純* 戸北 凱惟*

*上越教育大学 **新潟市立東中野山小学校

Case Study of the Interaction between the Teacher and Groups Experimenting in Science Classes

-Interaction between the Learning and Teaching Contexts-

Yoshihiko KUBOTA* Yoshiaki MIZUOCHI** Jun NISHIKAWA* Yoshinobu TOKITA*

*Joetsu University of Education

** Higashinakanoyama elementary school

From the standpoint of a new learning concept, it is necessary to reconsider the relationship between teachers and students. The present case study, which involved one teacher and students experimenting in his science class, explored the interaction between the learning and teaching contexts.

The teacher actively involved himself in the learning context of the groups and provided a teaching context that was appropriate for each group.

A teaching context established through long years of experience could sometimes lead a teacher to disregard the learning contexts of the students.

Therefore, instead of focusing just on the teaching context, the teacher tried to understand the learning context of the students by asking “what” and “how” questions.

Such questions were asked more often during teacher-student discussions than during a science experiment.

In order for a science class teacher to get involved in the learning process of individual groups, it is important to ask questions and talk to each group often so as to keep track of their learning contexts.

A teacher must modify or adjust his or her teaching context to suit the learning contexts of the students.

キーワード／理科授業, 実験班, 教師と学習者の関わり, 学びの文脈, 教える文脈

Key words / Science Class, Experiment Groups, Relationship between Teachers and Students, Learning Contexts, Teaching Contexts

I はじめに

近年の理科研究では状況論などの新しい学習論が登場し、研究や実践が行われている。状況論は、徒弟の文化的実践への参加に代表されるように、「参加」が鍵概念となっている（レイブ、1993）。このような学習観のもとでは、これまでの教師と学習者の関係を再考し、新たなかかわりを検討することが重要である（加藤、2004）。そのために、「足場かけ」や「最近接発達領域（ZPD）」などの概念を参照した実践や研究が進められている。

例えば、森本ら（1999）の研究では、対話を

通して、教師が学習者の問いを焦点化し、学習者の発想を生かした授業をデザインする様子が記録されている。同様に森本ら（2003）は、子どものもつユニークな発想や特有の思考の流れを教師が生かす授業展開が紹介されている。報告から、学習者は課題解決のために、既存の知識や経験から特有の思考や課題解決過程を形成していることがわかる。このように、学習者自らが形成する、課題解決のための思考やそれに基づく課題解決過程を、本論では「学びの文脈」と定義する。

一方で教師の仕事は、「学びの文脈」とは別に、学習指導要領や学習者の実態から学習目標を設定

し、その目標を達成するために授業を経営する側面もある。本論では、教師の「教への文脈」と定義する。森本ら(1999, 2003)の実践を例にとると、学習者の「学びの文脈」の中に教師は「教への文脈」を挿入しているといえる。

さて、理科では、多くの時間が観察・実験やそれに関する話し合いに充てられている。そこでは、実験器具の準備の関係(清水ら, 1999)や効率的な集団規模の関係(相原ら, 2001)などから、2~4名程度の実験班であることが多い。教師は、普通教室での一斉授業と違い、多くの時間を複数の実験班と個々別々にかかわりながら授業を展開することになる。つまり実験活動で教師は、複数の「学びの文脈」を把握し、それに対して適切な「教への文脈」を挿入していかなければいけない。教師と学習者の関わり合いを対象とした研究は、森本ら(1999, 2003)、三崎(2003)、加藤ら(2003)など多数あるが、教室全体におけるかかわりが対象となっている。理科の学習形態の特殊性を考えると、教師と実験班のかかわりについても量的および質的側面から調査をするべきである。

そこで本論では、理科特有の実験場面における班活動を行っている学習者と教師の関わりを分析する。第一に、教師と実験班のかかわりを数量的に示す。第二に、事例から「学びの文脈」への参加の様子と「教への文脈」の関係を明らかにする。第三に、文脈のズレの事例から、かかわりのあり方を考察する。

II 研究の方法

1, 調査対象と時期

調査校は、茨城県南部の学園都市の中心に位置する落ち着いた雰囲気の中学校である。中学校2年生の1クラスを対象に平成15年4月~6月に調査を行った。すべてが理科室での活動である。理科室では、一つの実験卓に3~4名の学習者が向かい合い実験班を構成している。

授業は、教師2名のチーム・ティーチングで行っている。実験班の学びの文脈を捉えるために、各実験班にテープレコーダを設置して、つぶやきや会話を記録した。教室全体の様子、および教師の動きは、教室前方に設置したVTRで記録している。

教への文脈の概要を捉えるために、授業前に本時の目標を教師にインタビューした。更に、一部の事例では、授業後に担当教師に会話プロトコルを提示し、インタビューをおこなっている。

2, 実践を担当した教師の概要

授業者であるT1は、大学院を卒業したばかりの20代の女性教員である。大学では生物学を専攻している。中学校における理科の授業であっても、大学の研究室の実験のように、他者と関連しながら課題を解決していくべきと考えている。また、実験班と教師のかかわりは、実験の技能を習得するために欠かせない行為としている。更に、個々の学習者の考えを直接知ることのできる行為と考え、重視している。T2は、教員経験11年目の中堅教員である。教員用養成系大学を卒業後、理科教材の開発や指導法の工夫を熱心に行っている。実験班と教師のかかわりは、学習指導と共に生徒指導の機会でもあると考えている。どちらの教師も、チーム・ティーチングは、実験・観察の際にきめ細かな指導ができると、好意的に受け止めている。

3, 調査単元の概要

調査対象単元は、「電流とそのはたらき」である。表1は、その流れである。分析の対象は、実験班での活動である。実験班での活動を、実験場面と、話し合いの場面に分けた。5, 6, 7時間目の授業から全班が実験活動をしている計80分を抽出し、分析の対象とした。ここには、実験を行いながら話し合いをしている場合も含まれる。話し合いの場面は、2, 3, 4, 6, 7時間目の授業から全班が話し合いをしている計約60分の場面を抽出

し、調査対象とした。「演示実験の観察をもとにハク検電器のハクが開く理由を考える。」場面や「電池が無くなるわけを考える。」場面など、明らかに実験活動のない場面を選んだ。

表1 調査単元の流れ

時間	場所	主な課題
1	教室	・静電気の仕組み
2	理科室	・ハク検電器の仕組み
3	理科室	・電流の正体はなんだろう
4	理科室	・電球の前後で電流は変化するのだろうか(電流の測定)
5	理科室	・直列回路・並列回路の電流
6	理科室	・電池はなぜなくなるのだろうか(電圧の測定)
7	理科室	・直列回路・並列回路の電圧
8	教室	・電球の明るさは何と関係する
9	理科室	・電流・電圧等の測定
10	教室	・電力とは何か
11	教室	・抵抗とオームの法則
12	理科室	・電気製品の抵抗を測ろう
13	理科室	・回路とオームの法則
14	教室	・まとめ

Ⅲ 教師と実験班のかかわりに関する量的検討

全記録から、実験班と教師が何らかの会話をすすめる事例は156回を確認することができた。

各教師のかかわりは以下の通りである。T1は82回、T2は74回であった。直接確率計算(両面検定)の結果、T1とT2の関わりの回数には有意な差は認められない($p=0.575$)。そこで以下では、T1とT2を区別することなく集計を行った。

表2は、すべての事例を、かかわり合いの場面

表2 T1とT2の実験班との関わり

	話し合い	実験	合計
教師主導	45	36	81
子ども主導	35	40	75
合計	80	76	156

とかかわりの主体で集計したものである。

かかわり合いの場面とは、調査単元の概要で分類した、「実験場面」と「話し合い場面」である。実験場面は76回、話し合い場面は80回の教師と実験班のかかわりがあった。直接確率計算(両面検定)の結果、話し合い場面と実験場面において有意な差は認められない($p=0.810$)。ただし、実験場面の時間は約80分、話し合い場面は約60分であり、かかわりの頻度は話し合い場面の方が多い。

教室では、教師が何らかの必要性を感じ、実験班にかかわる場面もある(これを「教師主導のかかわり」とする)。逆に、「先生、先生。」と教師を呼ぶ声がよく聞かれる。学習者からはつきりと呼ばれなくとも、目線を教師に向ける、教師に聞こえるように悩みごとを言うなどによって、教師に指導や助けを求めることは多々ある。教師はその要請に応じて実験班とかかわることが多い(これを「学習者主導」とする)。以上のようなかかわりの主体から、「教師主導」と「学習者主導」に分類し集計を行った。

学習者の教師主導のかかわりは81回、学習者主導のかかわりは75回であった。直接確率計算(両面検定)の結果、教師主導と学習者主導の回数には有意な差は認められない($p=0.689$)。実験場面の「学習者主導」は、実験操作に困難を感じ、手助けを求めることが多いと考えられる。ただし、実験場面における「学習者主導」かかわりは、実験の難易度や実験前の教師の解説などによっても変動する可能性はある。

本調査からは、話し合い場面にかかわりの頻度が大きい。また、「教師主導」と「学習者主導」のかかわりには数的な差は見られない。

Ⅳ 事例から見る教師と実験班のかかわり

1. 対象授業の概要

対象の授業は、6時間目の「電池はなぜなくなるのだろうか」で、回路の電圧を測定する実験場面である。授業前のインタビューから、教師(T1)は、

本時の目標を「電圧測定の技術を習得させる。」と「電圧概念を理解させる。」と設定していることがわかる。この目標は、授業前にT2と共に確認している。この目標は、両教師の「教えの文脈」の根幹を形成していると考えられる。

本時の流れは以下のようなものである。①「電流の値は電球の前後で変わらないのに、電池はなぜなくなるのだろうか？」という発問をする。②発問に対する話し合いを実験班および教室全体で行い、「電池は、電流を流す力を持っている。」こと「電流を流す力の差を電圧という。」ことを確認する。③電圧計は2地点の力の差を測定する装置であることを伝える。④電圧計の使い方を説明する。特に二地点間の力の差を測定するために並列に接続することを強調する。⑤実験をする回路と測定箇所を提示する。ここでは、図1を提示し、A-B間、C-D間、E-F間の電圧を測定するように伝える。⑥実験班に分かれての実験を行う。⑦教室全体で実験結果をまとめる。

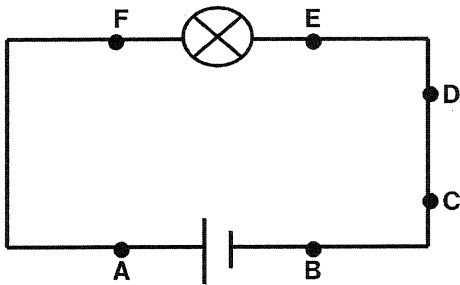


図1 実験で提示した回路図

ここでは⑥「実験班に分かれての実験活動」の場面を分析対象とした。約17分間の活動である。

図2は、二人の教師(T1およびT2)の移動経路を単純化したものである。この経路は、実験班とのかかわりに焦点を絞りモード化しているため、準備室に入ったりした経路や実験班とかわることなく巡回している経路は省略している。実験班と教師が何らかの会話をした地点をT1は●、T2は○で示してある。

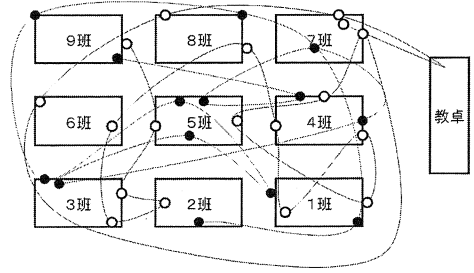


図2 理科室内での二人の教師の移動経路

実験班と教師のかかわりは、T1は14回、T2は18回である。T1はかかわりの数が少ないかわり、一つの班に長時間とどまっている。対象の実験中にT1とT2が会話する場面は、1回のみである。その内容は、実験の終了時刻に関するものであり、「学びの文脈」や「教えの文脈」に直接関連する内容ではなかった。

2. 「学びの文脈」への参加と「教えの文脈」

以下では、T2と実験班のかかわりのみを、時系列に取り上げ、「学びの文脈」と「教えの文脈」の関連を分析する。

図3は、図2からT2のみの移動経路を抜き出したものである。実験班と何らかの会話をした順に通し番号が振ってある。以下では、18のかかわりの中から、7番目のかかわり(事例1)、11番目のかかわり(事例2)、12番目のかかわり(事例3)を取り上げる。

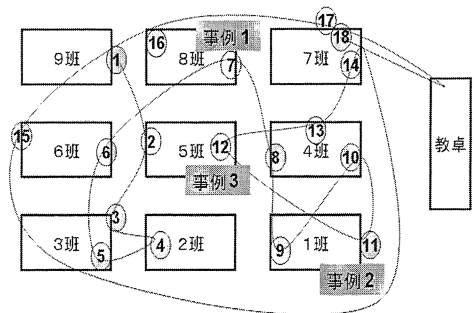


図3 理科室内での教師T2の移動経路

事例1で実験班は、図1の回路図にあるC-D間

の電圧を測定している。C-D間は、電球のような大きな抵抗が存在しない導線であるために、0Vとなる。実験の結果、電圧が0Vになったことについての会話である。何度実験しても、導線の電圧が0Vなることを不安に思う。そこで、1Aは「先生、先生。」と教師に助けを求めている。

教師は、2T2「どうした？」と実験班の状況を把握しようとする。学習者は、3A「こっつて0Vでいいんでしょ。」と自分たちの疑問を伝えている。更に教師は4T2「う:ん。」と回答を保留し、更なる情報を聞き出そうとしている。教師は、5Bの「電球が入っていないから？」を聞いたのちに学習者の質問に答えている。つまり、教師は、実験結果だけでなく、結果の考察や考察の過程を把握しようとしている。ここでの教師は、実験班の状況を捉えることで、「学びの文脈」に参加しようとしたといえる。

教師は質問に対し、「ここは電球とか電池とかが入ってないでしょ。《2》う:ん。要するに、電球みたいに流れにくい抵抗がないって事だよ。わかる？」と答えている。授業の目標は、電圧概念を理解させることであるが、より具体的な「教える文脈」は、「0Vの考察から抵抗概念を導き、そこから電圧概念の理解につなげる。」だと推測できる。Bが「電球が入っていないから？」の発話から、教師は、学習者が関心を持っている電球と抵抗概念のつながりを見つけている。つまり、教師は、自らの「教える文脈」と実験班の「学びの文脈」の接点を見いだしたと推測できる。これは、6T2「そう」とBの意見を肯定する発話からも伺うことができる。

教師が立ち去ったとの会話からは、抵抗概念に関しては十分な理解が得られたとはいえないが、電圧概念は理解が進んでいる。

教師は、「学びの文脈」に参加しようとする。その過程で、自らの「教える文脈」と「学びの文脈」の接点を見つける。その接点を活用することで、自らの「教える文脈」を「学びの文脈」に挿入している。

【事例1】 <電圧の測定:8班>

- 1 A: 先生、先生。
 - 2 T2: どうした？
 - 3 A: こっつて0Vでいいんでしょ。
 - 4 T2: う:ん。
 - 5 B: なんで、0Vなの、どうして？ 電球が入っていないから？
 - 6 T2: そう、ここは電球とか電池とかが入ってないでしょ。《2》う:ん。要するに、電球みたいに流れにくい抵抗がないって事だよ。わかる？
 - 7 C: (電球を指さし)流れにくい、こっち(導線を指さし)流れ:やすい。
 - 8 T2: そうそう。それが抵抗があるってこと。(教師は立ち去る)
 - 9 C: 抵抗?でもここは(導線を指さし)何にもないから=
 - 10 A: =0VでOK
-

(事例中の記号は以下の通りである。「=」空白なし次の発話が続く、「:」母音の引き延ばし、「?」上昇イントネーション、「.」下降イントネーション、「()」筆者の補足。)

事例2もC-D間の電圧が、0Vになったことについての会話である。1Aは、0Vになったのは測定ミスと考えと再実験をした。しかし、再実験をしても電圧は0Vのままであった。そのとき、近くを通りかかった教師に、6Aが「先生、先生、ゼロっていいの。」と呼び止めている。この事例では実験班側からその状況を伝えることで、自分たちの「学びの文脈」に教師を引き入れようとしている。それに対し教師は、7T2「ここ? 何度やっても同じ?」と実験結果と共に実験の過程を把握しようとしている。これらも教師が「学びの文脈」に参加しようとする行為といえる。

教師は、T2「じゃ:、実験結果を信じようよ。それより、どうしてゼロになるかを考えるのが考察だよ。」と、考察の方向性を示唆している。これは、「0Vの考察から抵抗概念を導き、電圧概念の理解につなげたい。」という「教える文脈」に沿ったものである。事例1では5B「電球が入っていないから?」の発話から、「学びの文脈」を状況を把握し、抵抗概念から話を進めた。しかし、事例2では、そのやり取りを通して、実験班は抵抗概念を導入する前に電圧概念の確認が必要であ

ると判断し、その「学びの文脈」に応じた「教えの文脈」を挿入したと推測できる。

教師が立ち去った後の15Aから、学習者は教師が挿入した「教えの文脈」を受け止め、理解している。

教師は、学習者側から「学びの文脈」への参加を促されることもある。事例ではその場合も教師は、より詳細な文脈の把握し、スムーズな「学びの文脈」への参加に努めている。また、教師は、「学びの文脈」の状況を短時間に把握し、それに応じて「教えの文脈」の挿入のレベルやタイミングを調整している。

【事例2】 <電圧の測定:1班>

- 1 A: おいこ全然動かないぞ、またまた、コードだめじゃん。
- 2 B: さっき取り替えたばかりなのに。
- 3 C: コードじゃない。だって電気(電球の光)ついてる。こっち側もはかってみようよ。(電圧を測定する。)
- 4 A: どうして? 0Vだ。
- 5 B: やっぱ、ゼロなのか:(教師が通りかかる。)
- 6 A: ゼロってなんか:, おかしいよね、先生、先生、ゼロっていいの。
- 7 T2: ここ? 何度やっても同じ?
- 8 A: うん。
- 9 T2: じゃ:, 実験結果を信じようよ、それより、どうしてゼロになるかを考えるのが考察だよ。
- 10 B: $E1=E4$ とかの公式はできるんだけど、なんでそうなるの? なんで?
- 11 T2: 電圧は差なんだけど:, ところで、こことここは何が違うの?
- 12 C: 電球がない?
- 13 A: 何もないから、差がないから、ゼロでもいい?
- 14 T2: いいじゃん、もっとよく考えてみようか。(教師は立ち去る。)
- 15 A: 電球みたいなじゃまがないから、通りやすい。だから: 差がない。

3、「学びの文脈」と「教えの文脈」のずれ

事例1、事例2とも、教師は「学びの文脈」に参加し、その実態に応じた「教えの文脈」を挿入することで、学びが成立している。しかし、「学びの文脈」と「教えの文脈」が、常に一致するとは限らない。事例3は、「学び文脈」と「教えの文脈」がずれる場面である。

これまでの事例と同様にC-D間の電圧を測定している場面である。この実験班の測定値は、0.2Vと、わずかながら電圧が生じている。ほとんどの班は測定値が0Vであるのに、なぜ自分たちは0Vにならないのかを検討している。再実験を繰り返す中で、導線と電池の接続部をさわると電圧計の値が変化することに気がつく。そこから、接続部の電流の通りにくさが原因であると考えた。学習者自らが抵抗概念を導き、抵抗が電圧に関連しているという仮説に至っている。

考察がまとまりかけた頃、教師が8T2「これほとんどゼロだね。どうして0Vなんだろ?」とかかわる。この発話は、0.2Vの電圧から抵抗概念を導き出した実験班の「学びの文脈」に沿うものではない。実験班にとって、一方的で、かみ合わない発話である。8T2に対し、9Aはこれまでの「学びの文脈」を伝えようと「抵抗が:」を発話している。しかし、教師は、10T2「ない。そうだろ。」と即座に立ち去ってしまったことから、文脈のずれに気づいていないことがわかる。11B「先生、なにってんだろ。」、11A:「わかんない。」から、この実験班は教師の「教えの文脈」を理解できていない。

【事例3】 <電圧の測定:5班>

- 1 A: ××の班は、0Vだよ。
- 2 B: なんで、うちは、0.2Vあるんだ?
- 3 A: もう一回やろ?(実験をする。)
- 4 C: えっと:, 少し大きい。(接続部にふれると) ちょっと安定しないよ:
- 5 B: こことこの通りが悪いからだよ。
- 6 A: 抵抗?
- 7 B: ちょっと通りにくいから、ゼロじゃないんだよ。
- 8 T2: これほとんどゼロだね。どうして0Vなんだろ?
- 9 A: 抵抗が:=
- 10 T2: =ない。そうだろ。(教師は立ち去る。)
- 11 B: 先生、なにってんだろ。
- 12 A: わかんない。

以下は、T2に本時の展開についてインタビューをしたものである。「まず、この部分(導線)

を測定させたのは、0Vになることにほとんど（の学習者）がビックリするから。できればその疑問から、電圧と抵抗の関係を考えて欲しい。なにしろ、（電圧の学習の）次は抵抗の勉強ですから。（・・・中略・・・）これまで（昨年度まで）も、これで学習がなんとか流れたからね。他のクラスも。」と答えている。他のクラスや過去の指導の経験から、「導線の電圧が0Vになる。」という学習者の疑問を出発点に、抵抗の概念を理解させることで、同時に電圧の概念にも発展できるとする「教えの文脈」を持っている。

事例1～3の3つの事例を教師T2に提示し、そのかかわりに関して以下の感想をもらった。「（・・・前略・・・）でも、ここ（事例3）はうまくいかなかったんだね。思いこみが強すぎた。当然、前の班（事例1や事例2）と同じ悩みだと勘違いした。」この教師は、過去の経験や事例1・2の経験から、事例3の実験班も他の班と同様な状態だと把握したのである。

教師の「教えの文脈」は、本時の指導目標に加え、それまでの経験から形成されている。豊富な経験を持つことで、即座に実験班の「学び文脈」に参加し、的確な指導が可能となる。しかし、事例3のように経験のみに頼り、「学びの文脈」に参加せずに「教えの文脈」を挿入することが、文脈のずれを生じさせたといえる。

事例3のように文脈間にずれがあると思われる事例は、分析の対象とした156回の事例のうち、7回のみであった。分析対象の教師は、多くの場面で実験班の「学びの文脈」に参加していると推測できる。

V まとめ

事例の検討から、以下のことが明らかになった。

1. 本調査の事例からは、実験場面より話し合い場面の方がかかわりの頻度が大きいことが明らかになった。また、「教師主導」と「学習者主導」はかかわりには数的な差は見られない。

2. 教師は、「学びの文脈」に参加しようとする。その過程で、自らの「教えの文脈」と「学びの文脈」の接点を見つけ、その接点から、「教えの文脈」を「学びの文脈」に挿入している。

3. 教師の「教えの文脈」は、本時の目標に加え、それまでの経験から形成される。豊富な経験を持つことで、スムーズに実験班の「学び文脈」に参加し、的確な指導が可能となる。しかし、経験を頼りすぎ、「学びの文脈」に参加することなくかわると、各文脈がずれる原因となる。

理科教員の研修の多くは、教材開発や指導法の習得など、「教えの文脈」が中心に行われている。また、実験班での活動は実験作業とその結果を重視する傾向にある。しかし、本研究からもわかるように、実験班での活動であっても、子どもの「学びの文脈」の存在を理解し、そこへの参加を意識して教育活動をすべきである。教師は具体的に以下の点を注意すべきであろう。第一に、学習者と教師の関係は、「教える－教えられる」といった関係と共に、教師が学習者の学びに参加するといった対等な関係になる必要がある。そのために教師は、言葉かけを工夫し「学びの文脈」を把握すること、また「学びの文脈」に参加できる人間関係を構築することが重要である。第二に、教師は「学びの文脈」の状況に応じて、「教えの文脈」を柔軟に変化させる必要がある。

VI 今後の課題

1. 本研究で対象とした授業は、チーム・ティーチングで行っている。事例分析ではT2のみを対象としたが、実際は同じ班にT1もかかわっている。両者の「教えの文脈」と実験班の「学びの文脈」の関係の詳細を明らかにする必要がある。

2. 実験班の「学びの文脈」に対し、「教えの文脈」を過度に優先させると、教師の誘導尋問となる。教師がそのバランスをどのように経営しているかを分析する必要がある。

3, 教師が声をかけた実験班は、会話が停滞している、疑問がある、実験が順調でないといった問題を抱えている場合が多い。教師は、実験班の課題遂行が困難であることを、接触する前に身体行為などからも察知していると考えられる。「教師の気づき」に関する研究が必要不可欠である。そこでは、身体行為など音声以外の条件からも分析すべきである。

【参考文献】

- 相原豊・西川純：「理科におけるグループ構成と協同的学習の研究，生徒の傍観者傾向に対する効果的方策」，日本教科教育学会誌，Vol.23，No.1，pp.57-65，2001.
- 稲垣成哲・山口悦司，「理科学習への社会文化的アプローチ：LotomanとWertschの概念を参照した言語コミュニケーション分析」，理科教育学研究，Vol.44，No.2，pp.11-26，2004.
- 加藤圭司・橋本理恵：「社会文化的視点からとらえる理科の教授論について（1）」，第53回日本理科教育学会全国大会発表論文集，日本理科教育学会，p220，2003.
- 加藤圭司：「子どもと共に本物の科学を実践する理科授業構築の必要性」，理科の教育，Vol.53，No.627，pp.4-6，2004.
- 清水誠・吉澤勲，「コーオペレイティブ学習の導入に向けた理科グループ学習の見直し」，『埼玉大学教育実践研究指導センター紀要』，Vol.12，pp.61-69，1999.
- J.レイヴ，E.ウエンガー（佐伯胖訳）：『状況に埋め込まれた学習—正統的周辺参加』，産業図書，1993.
- 三崎隆：「理科の学習者の思考を促す教師の会話に関する事例的研究」，臨床教科教育学会誌，Vol.2，No.1，pp.1-17，2003.
- 森本信也・瀧口亮子・八嶋真理子：「『対話』としての学習を志向した理科授業の事例的研究」，日本理科教育学会研究紀要，Vol.40，No.1，pp.45-56，1999.
- 森本信也編著：「子どもの感性が作る理科授業」，東洋館出版社，2003.