

<実践報告>

児童一人一人が自ら学びをつなげて見方・考え方を高める
理科学習に関する実践研究

田中新一 栄村立栄中学校
三崎 隆 信州大学教育学部理数科学教育講座
天谷健一 信州大学教育学部理数科学教育講座

A Study on the Teaching Method of Science to Improve the Student's Ability to
Think Scientifically

TANAKA Shin-ichi: Sakae Lower Secondary School

MISAKI Takashi: Faculty of Education, Shinshu University

TENYA Ken-ichi: Faculty of Education, Shinshu University

研究の目的	本研究では、児童自身のそのときの考えを、これまでの考えや友の考えと結びつけながら見方や考え方を高めていく支援が児童の理解を促すことを、小学校第5学年の実践事例を基にして事例的に明らかにすることを目的とする。
キーワード	科学的な思考 学びのつながり 熱 小学校理科
実践の目的	児童の学びのつながりを支援する授業者の指導法の有効性を実証することを目的とする。
実践者名	田中新一・三崎隆・天谷健一
対象者	公立M小学校第4学年児童(34名)
実践期間	2009年1月～2月
実践研究の方法と経過	コの字型の金属板を使って、解決の見通しをもつための支援、自分の視点をもとに観察を行って新たな事象をとらえるための支援、これまでの事象を振り返って新たな事象と比較して見方や考え方を科学的に高めるための支援を行い、児童の熱の伝わり方に関する理解についての変容を分析した。
実践から得られた知見・提言	予想場面で実験の必要性や考え方のちがいを位置付け、事象をとらえる場面で実験結果や実験中に考えたことを交流できる場を設け、考察場面で新しい事象とこれまでの事象を比較する場を設ける支援が、児童の熱の伝わり方の概念形成に有効に機能する。

1. はじめに

近年、学校教育の実際の授業において子どもに着目した教育研究が多く行われ、その教育効果が示されてきている（稲垣他 1998, 森本他 1999, 西川 2000, 山口他 1997）。ここでは実際の授業の各場面における子どもたち自身の活動の様子が事細かに分析されて変容が明らかにされている。子どもたちは自分で既習経験を想起して、それを発話したり周りの友だちと交換したりしながら自分の考えをまとめてつなげながら学びを成立させていくのである（土居・三崎 2005, 三崎・土居 2005, 三崎・土居 2006）。筆者らの一人の経験によると、子どもは学習を進める中で各単位時間の授業の内容を別のものとしてとらえているのではなく、自然と既に学習した内容や普段の生活経験をもとにしながら考えていることがある。また、一単位時間の学びを見ても最初に自分が考えていたこと（予想）を確かめるための実験が行えたときには、自然と自分の予想と比べながら考察している姿もある。つまり、子どもには学びと学び、または、学びの中でも、それらをつなげながら追究を深めている姿があるのである。そして、一人ひとりの子どもの学びが単なる知識の積み重ねで終わってしまうものではなく、見方や考え方の高まりを伴ったものになるとすれば、それは自ら学びをつなげる中でこそ見てくる姿なのではないかと考える。そこで、そのような自ら学びをつなげていく姿を追う中で、一人ひとりが見方や考え方を高める理科学習のあり方を明らかにしていくことが、今後の学校現場における理科の授業の授業改善に寄与されるものであると期待できる。

2. 研究目的

本研究では、児童自身のそのときの考えを、これまでの考えや友の考えと結びつけながら見方や考え方を高めていく支援が児童の理解を促すことを、小学校第5学年の実践事例を基にして事例的に明らかにすることを目的とする。

3. 研究方法

3.1 単元名・学年・時期

「物の温まり方」（全13時間）

公立M小学校第4学年1クラス（男子15名、女子19名、計34名）

実践時期：平成21年1月～2月

3.2 単元の目標

金属板や金属棒の温まり方を塗ったロウのとける様子を観察して確かめたり、水や空気を温めたときの動きをお茶の葉や線香の煙などを使って観察したりすることを通して、金属は熱せられた部分から順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まると考えることができる。

3.3 単元追究の概要

1 次・・・〔金属の温まり方〕金属板では熱した場所から板のあるところを円を描くように

順にロウがとけること、金属棒では熱したところから上下左右同時にロウがとけていくことから、金属は熱したところから順々に熱が伝わり全体が温まると考えることができる。

(1～5時)

2次・・・〔水の温まり方〕試験管に入れた水の中央を熱すると、熱したところから離れた上部から温まっていくことから、温められた部分の水が上向きに動くことに注目し、それにつれて周りの水がまわるようにして徐々に全体が温まると考えることができる。(6～9時)

3次・・・〔空気の温まり方〕教室や水槽の中の空気を温め、各部の温度を計測したり線香の煙を使ってその動きを見たりして、空気も水と同じように温まった部分が上向きに動き、まわるようにして徐々に全体が温まると考えることができる。(10～13時)

3.4 本時にかかわる教材研究

1) コの字型の銅板(厚さ1.0mm)で金属の温まり方を調べることの価値

銅は熱の伝わりが良く温まりやすい。また、ロウがとけていく際の色の変化が見えやすい。厚さについては薄すぎるとわずかな条件の変化で温まり方に影響が出ることから1.0mmの厚めの銅板を使う(図1)。子どもたちは最初に正方形の銅板を使って熱したところから円を描くように順に温まっていく様子を観察する。そして、コ字型の銅板を提示することで、〔切れ込みも同じように熱したところから順に円を描くように温まる〕、〔切れ込みは飛び越さず熱したところから順に温まる〕という2つの考えに分かれるだろう。そのように考えた子どもたちが切れ込みを飛び越えることなく金属板に沿ってロウがとけていく様子(図2)を観察することを通して、〔金属板は熱したところから順に温まっていく〕ことをより明確に考えていくことが期待できる。

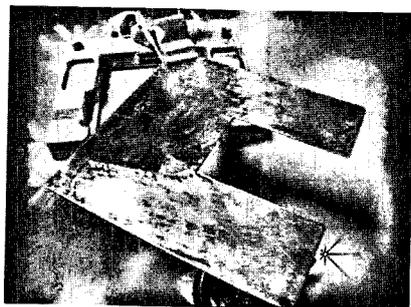


図1 コの字型の銅板

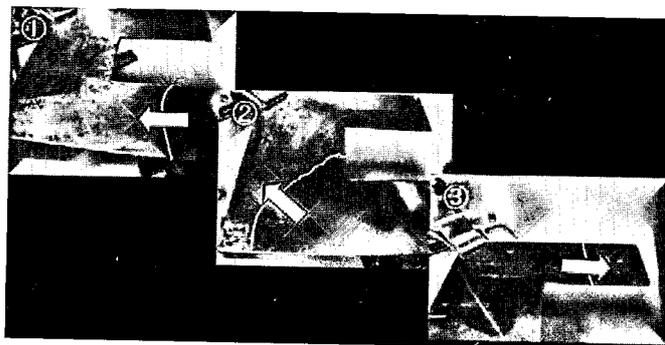


図2 コの字型銅板に塗ったロウが溶けていく様子

2) 子どもたちが学びをつなげ、科学的な見方考え方を高めていくための支援

[支援1: 解決の見通しをもつための支援]

予想・解決方法練り上げの場面では、解決の見通しをもつことができるように、①予想の理由を問い、コ字型の金属板の温まり方についての考え方のちがいを図を使って板書し、位置付ける。②実験方法を考える場を設け、どこに注目するかを問う。子どもたちは自らの既習経験や学びを想起して、自らの学びを創り出していくことであろう。

[支援2：自分の視点をもとに観察を行い、新たな事象をとらえるための支援]

実験を観察する場面では、金属板のところが順に温まっていくことをとらえることができるように、①気づいたことを学習カードに記録するように促し、左側と右側の角の温まる順番や温まる順路について気づいている姿を認め、②実験結果を交流する場を設けることで他のグループの結果を知り、より客観性のある事実を元にしながらかの意見や考えを聞き、自分の考えと比較検討することができるだろう。

[支援3：これまでの事象を振り返り、新たな事象と比較し、見方や考え方を科学的に高めるための支援]

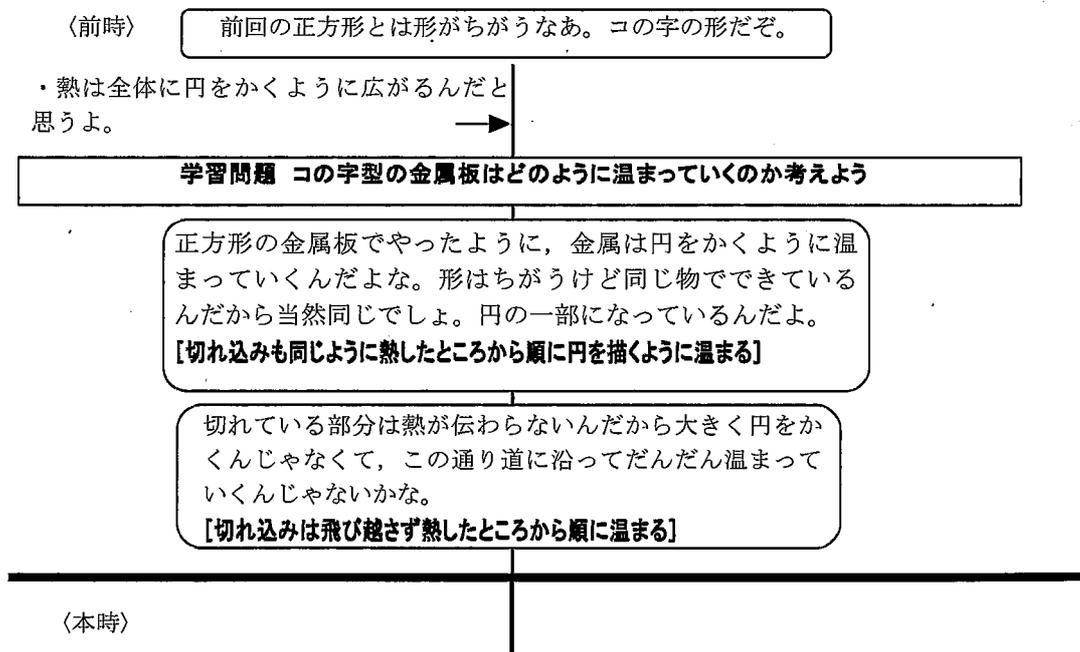
考察場面では、金属板のあるところが順に温まっていくと考えることができるように、①考えを発表する場を設け、②正方形の金属板を熱した実験を振り返り、実験結果と比較するように促し、③正方形のときとコの字型にしたときの共通点を問い返し図で位置付ける。こうすることで前々時から考えてきている[形や熱する場所がちがっても金属板は熱したところから順に温まっていく]ことをより明確に考えていくことが期待できる。

3.5 本時

1) 本時の主眼

コの字型の銅板がどのように温まっていくのかについて考える場面で、金属板にロウをぬってそのとける様子を切れ込みに注目して観察し、結果をもとに考えられることについて友と交流したり、正方形とコの字型の実験結果を比較したりすることを通して、形や熱する場所がちがっても金属板は熱したところから順に温まっていくと考えることができる。

2) 本時の構想 (図3)



① 予想の理由について話し合い、追究の見通しをもつ (10')

金属は、ゆっくり広がるみたいに温まっていくんだよな。切れ込みのところだって同じように温まっていくはずだよ。早く確かめたいな。

・ 前はロウをとかしてやったらわかりやすかったよね。

ロウでやると金属板の温まり方がはっきりわかったんだよな。同じようにやればいいんじゃないかな。

切れ込みの周りでロウが本当に円のようにとけていくか見ればいい。

学習課題

金属板にロウをぬってとける様子を切れ込みに注目して観察すればわかりそうだ

② コの字型の金属板の温まり方を調べる (15')

- ・ ロウがとけだしたぞ。
- ・ とけているところが左側の角を曲がったぞ。
- ・ あれ、切れ込みの向かい側の角はまだとけてないな。
- ・ 熱したところから反対の角もとけ始めたぞ。あっ切れ込みのところは温かくない。
- ・ 道に沿って温かくなっているみたいだぞ。予想とはちがう温まり方だ。
- ・ でも温めたところから小さな円みたいにだんだん温まっていくのは一緒だな。

③ 結果から言えることを話し合う (15')

正方形のときと同じだと思っていたのに、切れ込みのところは飛び越さず、金属板のところだけがだんだん温まっていくんだ。

・ 正方形のときのように円のようにはならなかったよ。

でも熱したところからだんだん温まっていくのは同じといえるよね。

金属板の形や熱する場所はちがっても、金属板が熱したところからだんだん温まっていくのはいっしょだ。【形や熱する場所がちがっても金属板は熱したところから順に温まっていく】

④ 本時を振り返る (5')

・ 正方形でもコの字でもだんだん温まっていくのはいっしょだな。

切れ込みに手を入れたら温かくなかったぞ。空気とはあたたまり方が違うのかなあ。

他の形でも試したらやっぱり熱したところからだんだん温かくなっていくのかな。

〈次時へ〉

5 評価の計画

本時にかかわる評価規準

形や熱する場所がちがっても金属板は熱したところから順に温まっていくと考えている。

【科学的な思考】

評価の方法

つぶやき、発言、挙手、学習カード

予備の支援

正方形の時の金属板の温まり方を振り返り、図を使って金属板の形による温まり方の共通点を考えるように促し、一緒に考える。

図3 本時の構想

4. 結果と考察

4.1 自分の考えと友の考えと比較しながら視点を明確にしていった S

教師：そうするとこっちの人も前の正方形と同じようにって考えているし、こっちの人もこれと同じように考えているってこと。

Y：うん（何人も）

T：でも考え方がちがう。

I：それは原型っていう意味。

教師：自分はどっちに近い？ Sさんどう考えている。（学習カード提示）

S：あるように考えたんだけど。

教師：あるように考えた。

S：あるようにって訳じゃないんだけど、円のように左側のやり方で考えたんだけど火を当てている反対側の方は、青いところは間が空いているから、熱があんまり通らないと思うし、特に反対側の角っこは、（その手前まで）円でいったとしても熱が届かなくて行かないと思う。D

教師：そういう温まり方って考えているんだね。Sさんは、どっち？両方混ざっている。ちょっと決められないかな。みんなはどっちに近い？「あるように」って考えている人「金属板のあるところ」って考えている人わからない人どの辺を見たらわかりそう。温まっているかは。

T：ロウ

教師：ロウを塗ってとけ方見ればいい。じゃあ、どこのとけ方を見ればこの辺はつきりする。

I：上の出っ張りと下の出っ張りを見ればいい。特に上のところ。

教師：どう、みんな。わかりそう？

S：（うなづく E）

T：ちょっといいかな。あるように考えてと言うのは端っこの方？この考えでいくとこっちが先に温まるんじゃないかなあ。

I：確かに（他、数人）

図4 Sのプロトコル

切れ込みの存在に注目していることを把握していた教師は、予想の理由を問い、「（金属板が）あるように」温まっていく、「（金属板が）あるところだけ」温まっていくというコの字型の金属板の温まり方についての考え方のちがいを図を使って板書し、位置付けた【支援 1-1】。すると、自分はどちらの考えに近いのか見つけ直すなかで、下線 D のように発言し、“正方形の金属板のように大きな円を描くように温まっていく。しかし、向側には熱は通らない”という考えをより明確にしていった。さらに、話し合う中で自分の観察の視点到気づいてきていると判断した教師は、実験方法を考える場を設け、どこに注目するかを問うた【支援 1-2】。すると、Iの「上の出っ張り」と下の出っ張りを見ればいい。特に

上のところ」という発言に反応し、それを受けて教師が問うた「みんなわかりそう」の言葉に下線 E のようにうなずいた (図 4)。このことから“向かい側の温まり方を見ていけばいい”と自分の観察の視点を明確にしていったと考えられる。

4.2 自分なりの視点をもとに驚きをもって事象を観察し、結果を学習カードに記録していった S

教師：気づいたことを言葉で書いている人もいるよ。
子ども：この辺で止まっているような気がする。
子ども：止まっているよね。
S：ちがう、この辺ぬれているよ。ほら (鉛筆で板の先を示して)。(最後まで) 行ったんじゃない。熱が。(すぐに学習カードに記入する) F
S：ここ斜めに行ったよね。(円を描くように鉛筆で示しながら。すぐに学習カードに書く)
子ども：すげえ、この辺行ききった。
S：よし (学習カードに図で記入できて、鉛筆を置きながら)
子ども：この辺で止まっているよね。
S：もう行ったからでしょ。

図5 Sの Protokol

温めた向かい側は温まらないと予想していた S は、下線 F のように、金属板に沿って向かい側の最後まで温まっていく事象を驚きをもって観察し、すぐに学習カードに記録していった。その姿を把握した教師は、左側と右側の角の温まる順番や温まる順路について問い返し、それらについて気づいている姿を認める支援をした【支援 2-1】。すると、コの字型の金属板は熱したところから順に温まっていくことを学習カードに書き込んでいた (図 5)。

4.3 交流を通してコの字型の金属板は熱したところから順に温まっていくことをとらえていった S

S：でも、ゴールまで行った。
N：最後までこう行ったんだよね。
S：そう、反対側までいった。
N：こうはならなくて、金属板のあるところをいった。
K：うん、そう、ここが最初で、ここが最後だった。(図を指しながら)
S：うん。
交流終了 学習カードに記入
「(結果を書いたときに文章に付け足して) 少し丸いけど横にとけた。火を付けた反対側までロウがとけた」 G

図6 Sの Protokol

他のグループの友とも結果について情報交換する必要性を感じていることを把握した教

師は、実験の結果やそこで考えたことについて交流し合う場を設けた【支援 2-2】。すると、最初に交流した N とは、角の温まり方について学習カードを見合いながら交流した。角では（金属板のあるところを）円を描くように温まっていくこと、角でないところでは円というより直線に近い形で温まっていくことを確認していた。さらに K との交流では、自分の観察の視点でもあった温めた向側も金属板に沿ってだんだん温まり、最後まで温まったことを確認し合った。また、金属板がどのような順路で温まっていくのかを一緒に指でなぞった。交流の時間が終了席に戻った S は、自分の観察や交流を通してはっきりしてきたこと学習カードに書いていった。下線 G のように「(円のように温まるのではなく、金属に沿って) 横に温まっていく」こと、「(金属板に沿って温まっていくため) 反対側まで (しっかり) 温まっていく」ことをとらえていった (図 6)。

4.4 形や熱する場所がちがっても金属板は熱したところから順に温まっていくと考えていった S

教師：金属はそうなんだ。
 S：(学習カードに「(形はちがうけど、温まり方は) まったくちがうわけではない」H と書き込む)
 T：金属は、全部近いところからだんだん温まっていくと思う。
 教師：全部って？
 T：いろんな形でやってもそうだと思う。
 教師：ああ、形がちがっても、中心からでやったら。
 T：中心からやってもそう。だんだんまわりへ。
 教師：温める場所がちがってもそうなんだ。今、T くん言ったことどう？形が変わっても場所が変わってもこの温まり方は同じって言っている？
 全体：うん。(S：うなずく) I

図 7 S のプロトコル

交流を通して、コの字型の金属板の温まり方について客観的な事実としてとらえ始めていることを把握した教師は、結果を発表する場を設けた【支援 3-1】(図 7)。すると、友が発表するコの字型の金属板の温まり方を聞いた S はうなずいた。続いて正方形の金属板を熱した実験を振り返り、今回の実験結果と比べ、自分の考えを学習カードに記入するように促す【支援 3-2】と「金属板があるところを熱が通る」「火を当てている反対側まで温まった」と記述した。M の正方形(予想の根拠)とコの字型の金属板の温まり方を比較する発言を受け、教師が正方形のときとコの字型にしたときの共通点を問い返し、図で位置付ける【支援 3-3】と、T の「いろんな形でやってもそうだと思う」「中心からやってもそう」という発言を受けて問いかけた教師の「ここは、形がちがっても場所が違っても同じって言っている？」という言葉にうなずいた(下線 I)。

4.5 学習前後でのアンケート調査について

本研究における支援の有効性について、単元の学習前と学習後で「金属の温まり方をど

のように考えているか」についてアンケート調査を実施した。調査項目は「金属の端を温めると、金属はどのようにして温まりますか？」である。評価は、「温めたところから」、「だんだん」という語句を重要語句として、この2つの語句かまたはそれを示す図があるか否かで判断し、この2語が含まれていれば○、このうちの1語が含まれていれば△、含まれていなければ×として評価した。その結果、○と評価できた児童の人数は、学習前に13名(38.2%)であったものが学習後に32名(94.1%)になった。児童が2つの重要語句を使って金属の温まり方を考えていることが明らかになった。

4.6 総合的考察

以上のことから総合的に考えると次のように考えられる。交流する場面を設ける【支援2-2】において、自分のとらえた新たな事象に対して、友も自分と同じようにとらえていることから、自分のとらえた事象をより客観的なものとして明確にとらえていくことができたと考えられる。つまり、見方や考え方を科学的に高めていく過程において、自分の考えと友の考えを結びつけて考える場を設ける支援は、新たな事象をより明確にとらえていくという意味で重要であると言える。

また、実験結果を発表し合うことで、コの字型の金属板の温まり方について考え始めている姿を把握した教師は、正方形の金属板を熱した実験を振り返り、今回の実験結果と比べ、自分の考えを学習カードに記入するように促した【支援3-2】。すると、実験の観察や交流を通して新たな事象をとらえていったSは、「正方形と同じように角から円のように温まっていくが、温めた向側は温まらない」という考え方をもとにした自分の予想と比較しながら考察していった。その中で、自分の予想が反証されたことにふれ「自分の予想とは違って」と書き始め、「角から円のように」ではなく「金属板にそって温まっていく」、「温めた向側は温まらない」ではなく「(金属板を伝わり)向側も温まる」と考えていった。学習カードに「正方形の角から火で温めたときとはちがう」と記述してあるように、ここまでは、正方形とコの字型の金属板の温まり方をその形に注目しているため、ちがいのみに目が行き、「コの字型の金属板の温まり方は正方形とは違う」と考えていた。そのときに、考えを発表する場が設けられたことによって、Mの発言から正方形のときとコの字型にしたときの共通点を問い返す【支援3-3】と、Tの「近いところからだんだん温まる(というところが同じ)」という発言に反応し、じっと見つめながら聞き入った。

さらに、次のMの「温めたところから(近いところ)」という発言を聞くと、じっと自分の学習カードの図を見つめ考え込んだ。これは、正方形とは温まり方が違うと考えていたにもかかわらず「温めたところからだんだん温まるのは正方形もコの字型も同じ」という考えを聞き、自分の考えを見つめ直し、再び、正方形の金属板とコの字型の金属板の温まり方を比較し始めた姿であると考えられる。そこで、自分の学習カードの図に表された温まっていく順路に注目して見てみると、「確かに形はコの字になっていて遠回りをしているように見えるから、正方形と同じように近くから遠くに温まっていくようには見えなけれど、金属板のあるところを温めたところからだんだん温まっていくことは同じでは

ないか”と考えるに至っている。Sは、続くTの「金属は多分そうだと思う」という金属に共通した温まり方として考えている発言を聞き、学習カードに「まったく（ちがうわけ）ではない」と書き加えた。そして、その後の「ここは、形がちがっても（温める）場所が違っても（温まり方は）同じって言うていい」という教師の問いかけに、Sはうなづいた。さらに、振り返りには「実験でしっかり見てみて、（正方形の金属板の温まり方と）ちがうところや同じところがわかって良かった」と書いている。このように、金属板の温まり方（対象）について、[正方形と同じように角から円のように温まっていくが、温めた向側は温まらない]という見方や考え方だったSは、新しい事象を明確にとらえ、正方形の金属板の温まり方と比較したり、友の考えを聞きその自分の考えを見つめ直したりすることを通して、[金属板の形や温める場所は違っていても、金属板のあるところを温めたところからだんだん温まっていく]と見方や考え方を科学的に高めていった。これらの姿から、これまでの考え（これまでの事象をもとにした考え）と今の考え（新たな事象をもとにした考え）を結びつけて考えるための支援は、見方や考え方を科学的に高めていく上で重要であると考えられる。

文献

- 土居慎也，三崎隆，2005，児童の思考の流れを生かす学びに関する事例研究(1)－小学校第4学年単元「つかまえよう空気・水」を例に－，釧路論集，37，pp.53-59
- 稲垣成哲，山口悦司，上辻由貴子，1998，教室における言語コミュニケーションと理科学習；社会文化的アプローチ，日本理科教育学会研究紀要，39(2)，pp.61-79
- 三崎隆，土居慎也，2005，児童の思考の流れを生かす学びに関する事例研究(2)－小学校第4学年単元「もののあたたまり方」を例に－，釧路論集，37，pp.61-67
- 三崎隆，土居慎也，2006，児童の思考の流れを生かす学びに関する事例研究(3)－小学校第3学年理科単元「明かりをつけよう」を例に－，釧路論集，38，pp.133-138
- 森本信也，瀧口亮子，八嶋真理子，1999，「対話」としての学習を指向した理科授業の事例的研究－小学校6年「燃焼」を通して－，理科教育学研究，40(1)，pp.45-56
- 西川純，2000，学び会う教室，東洋館出版社，東京，133p.
- 山口悦司，稲垣成哲，野上智行，1997，理科授業におけるインタラクションに関する研究：コンセプトマップを表現のリソースとして使用した協同的な学習を事例にして，日本理科教育学会研究紀要，37(3)，pp.1-14

(2009年6月26日 受付)