

授業実践による教師の信念変化に向けて：
工作的発問の活用

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2013-01-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 山崎, 健史, 後藤, 聡, 神田, 憲興, 小川, まゆ, 速水, 二葉, 山本, 真人, 益川, 弘如, 村山, 功 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00006942

授業実践による教師の信念変化に向けて
 — 工作的発問の活用 —

Towards a change in teachers' belief through lesson practices:
 Utilizing "Operation Provoking Questions"

山崎 健史* 後藤 聡* 神田 憲興*
 Takeshi Yamazaki Satoshi Goto Norioki Kanda

小川 まゆ* 速水 二葉* 山本 真人**
 Mayu Ogawa Futaba Hayami Masahito Yamamoto

益川弘如** 村山 功***
 Hiroyuki Masukawa Isao Murayama

静岡大学大学院教育学研究科

abstract

The relationship between teachers' belief and lesson practice is highlighted in the educational reform. However, empirical researches showed inconsistent results to the existence of this relationship. In this research, a pair of junior high school science teachers designed lesson plans of unit "lever" twice: before and after introduction of new teaching method "operation provoking question". Through the comparison of these two plans, an example of inconsistency between belief and lesson practice was obtained. Follow up interview revealed that this inconsistency comes from preemptive moves to avoid expected failures. Observation of lesson practice gave teachers a clear impression that these preemptive moves are unnecessary.

キーワード： 教師の信念 工作的発問 理科教育 教師教育

1. 研究の目的

米国では"No child left behind"のスローガンのもとで教育改革が強力に推進されており、理科教育や数学教育においては、教育改革の方針に合致した授業を実施することが課題となっている。個々の教師が行う授業実践の内容は様々な要因によって左右されるが、特に重要だと見なされているのが教師の持つ信念 (teacher's belief) である (Jones & Carter, 2008)。この信念は、科学観、教育観、科学教育観、授業観、学習観、学習者観など、多種多様なものを含んでいる。そこでは、教師の持つ信念が授業実践を左右することが前提

とされている。ところが、この教師の信念と教育実践との関係に関する実証的な研究においては、信念と教育実践とが整合しているとする研究と、整合していないとする研究があり、未だに結論が出ていない。

整合性を肯定する研究として、Cross(2009) は高校の数学教師の調査を行い、数学観から数学熟達観を経て授業観・学習観までが、おおよそつながりになっていることを示している。Crossはこの結果に基づいて、授業を変えるために教師の数学観を変えることを提案している。

一方、整合性を否定する研究では、どの信念と教育実践が不整合であるかについて、異なる結果が得られている。Raymond(1997) は、数学の知

* 院生 ** 准教授 *** 教授

識、数学教育の知識、授業実践の間は不整合であり、授業と関連しているのは数学教育の知識よりも数学に関する知識であると主張している。つまり、教師の中で数学観と数学教育観とが整合しておらず、数学教育観は授業実践とも整合していない。同じ否定派でも、Lederman(1999)は、授業実践には科学観よりも授業観が影響しているとし、その原因を教授スキルに求めている。また、単純な二分法ではなく、教職歴が長くなるにつれて整合性が増してくるという結果も報告している。

教師の信念と授業実践とは、整合しているのかしていないのか。整合していないとすれば、どの信念が授業実践に影響しており、どの信念は授業実践に影響しないのか。これが本研究の第一の課題である。

Raymond にしても Lederman にしても、否定派の場合には教師の信念間にも不整合があることになる。この不整合の原因については直接言及されていないが、肯定派の Cross と否定派の Raymond のどちらも、数学に関する信念は学生時代のうちに形成され、数学教育や授業に関する信念は教職経験から形成されるとしている。この形成時期や形成基盤の違いが、両者の不整合を生んでいる可能性がある。

整合しない2つの信念の一方は、授業実践に反映されない。Lederman は授業スキルにその原因を求めているが、明確な根拠を挙げてはいない。一方の信念が授業実践に影響するのを妨げている原因は何か。これが本研究の第二の課題である。

また、Cross らの主張するように科学教育観や授業観が教職経験から形成されるとすれば、教職経験によってその変化が生じる可能性は高い(坂本, 2007)。しかし、教職経験による具体的な変化を扱った研究は見られず、日本の研究でもほとんどがまだ確たる教育観を形成していない教育実習生や学生を対象としたものばかりである。どのような教育経験から科学教育観や授業観の変化が生じるのか。これが本研究の第三の課題である。

以上、教師の信念と授業実践との関係についての3つの課題の探求が、本研究の第一の目的である。

本研究のもう一つの主題である工作的発問は、細谷純が提唱した発問の形式であり、極地方式の授業で活用された(細谷, 1970)。工作的発問は、以下のように説明されている。

工作的発問とは、子どもにとって実現することが喜ばしい一定の結果を明示して、学習者の活動を誘発する発問である(細谷, 2001)。

「できるだけ(もっと)～にするにはどうしたらいいだろうか」とか「できるだけ～にしてみよう」という形をとる発問であり、「～」に所に魅力的な目標が入っているから、学習者はその目標を実現したくなって、そのための条件を活動を通して探したり、操作したりしていくことになる。そのような活動に誘いこむのが工作的発問である(伏見・麻柄, 1993)。

しかし、公表された工作的発問の研究は皆無に近く、通常発問と比較してその有効性を検討した研究がある程度である(紺野・吉野, 2005; 高木・麻柄, 1985)。工作的発問の紹介もわずかであり、広く知られているとは言えない状況にある(伏見, 2008, 伏見・麻柄, 1993)。

工作的発問を授業づくりに取り入れ、実際に研究授業を行うことにより、教師の科学教育観や授業観に及ぼす影響を検討することが、本研究の第二の目的である。

2. 授業づくりと教師の授業観

教師の信念と授業実践についての関係を調べるため、実際に授業を行わなければならない状況で、中学校理科教師2名を中心に共同で2つの授業案を作成させた。最初の授業案は何の指示もなしに作成させ、その完成後に工作的発問についての情報を提示し、工作的発問を導入した第二の授業案を作成させた。この2つの授業案を比較することにより、教師の理科教育観と授業案との関係を明らかにする。

2.1 研究の方法

静岡大学の教職大学院では複数の連携協力校での訪問実習を行っているが、実習先で新しい授業の提案を求められることがある。今回研究の対象とした授業実践もその一つである。

教職大学院に派遣されている中学校理科教諭2名(授業者でもある)が授業案の原案を作成し、小学校教諭、中学校国語教諭、学卒院生、大学院教員により検討を重ねた。2名の授業者のプロフィールは以下の通りである。

Y 教諭： 男性、38歳、教職歴12年

G 教諭： 男性、42歳、教職歴19年

両者とも、「児童生徒の主体的な探求活動によって現象の規則性や法則を発見させたい」という理科教育観を持っている。

最初の授業案では、教科書を参照しながら通常の授業づくりを試みた。授業案が完成したところで著者の一人が工作的発問を紹介し、改めてこれを用いた授業案を作成した。

以下、最初に作成した通常の授業案と工作的発問を活用した授業案とを比較し、教師の理科教育観と授業案との関係について明らかにする。

2.2 授業案の作成

1) 単元構成

授業で扱う単元は、連携協力校との協議により、小学校6年理科の「てこの規則性」（全10時間）とした。単元計画を表1に示す。研究授業は第5・6時であり、チームティーチングで行うこととした。

学習指導要領に示された本単元の目的は、以下の通りである。

てこを使い、力の加わる位置や大きさを変えて、てこの仕組みや働きを調べ、てこの規則性についての考えをもつことができるようにする。

ア 水平につり合った棒の支点から等距離に物をつるして棒が水平になったとき、物の重さは等しいこと。

イ 力を加える位置や力の大きさを変えると、てこを傾ける働きが変わり、てこがつり合うときにはそれらの間に規則性があること。

ウ 身の回りには、てこの規則性を利用した道具があること。

第5・6時の学習内容は、上記イに示されたてこの釣り合いの規則性を理解することである。（授業時数に関しては、これ以降、単元全体ではなく研究授業の時数で表記する。）

表1 単元計画の概要

時数	学習内容
第1～4	重いものを持ち上げるためのてこの工夫を考える。
第5～7	てこがつり合うときの規則性を考える。
第8～10	てこを利用した道具について考える。

2) 一次案

2名の教員は当初、教職大学院で学んだジグソー学習を今回の授業で実践したいと願い、ジグソー学習を中心とした授業案の作成を試みた。しか

し、ジグソー学習において重要な「課題の分割」をうまく行うことができず、学習目標の達成にジグソー学習を結びつけることができなかった。このため、ジグソー学習の導入はあきらめ、教科書を参照しながら通常の授業づくりを試みた。

本時の目標は、てこのつり合いの規則性を学ぶことである。そこで、表2の左側のような授業案を作成した（以下、一次案）。第1時では「日常のてこ」として栓抜きを導入し、重いものを持ち上げるためのてこの体験をさせている。その中で、支点・力点・作用点という、てこの規則性を学んでいくのに必要だと考えられる知識の定着を重視している。第2時では、てこに興味を持たせるため、てこで体重を量るという導入となっている。また、てこの規則性を考えさせる段階では、子どもが行う実験においてグループごとに使うおもりのおもさが決められるなど、実験方法が細かく指示されている。

また、第1時では長い棒と重たいおもりを使ってダイナミックな実験を行っているが、第2時の規則性を見いだす段階では「てこ実験器」を使った実験を選択している。そして、学んだてこの規則性を活用する場面として、てこを利用して教師の体重を量る方法を考えさせている。

3) 二次案

工作的発問の情報提供を行うことで、授業づくりは大きく方向転換した。表2の右側が工作的発問を活用した授業案である（以下、二次案）。第1時の展開の最初に示した「お米とペットボトルをつり合わせるためには、どうすればいいかな？」が工作的発問である。

第1時では、学習者の活動を誘発するために、導入で TT を活用した劇を行った上で、工作的発問を提示している。第2時は、「おもさが異なるものがつり合うときには、どんな決まりがあるのかな？」という通常の発問を行い、つり合いの規則性について考えさせている。第2時での発問は工作的発問ではないが、これは第1時の工作的発問により学習活動を誘発された子どもたちは、そこで得られた知見を利用して活発な学習活動を行うであろうと考えたためである。第2時では、実験道具をてこ実験器に限定することを避け、第1時の活動を活かすために、長い棒を使った実験とてこ実験器を活用した実験のどちらでも、自由に実施できるようにした。

表2 「一次案」と「二次案（工作的発問を活用した授業）」の授業案の概略

段階	一次案	二次案
第1時 導入	ジュースの栓を、割り箸を使って開ける	お米(10 kg)とペットボトル(500 g)が つり合わないことを示す劇
展開	<ul style="list-style-type: none"> ・てこの原理って知ってる？ ・てこの原理を考えるために、長い棒を使って重たいおもり(10 kgの砂袋)を持ち上げる方法を考えてみよう。 ・どうすれば、小さい力で重たいおもりを持ち上げることができたかな？ ・各班で重たいおもりを持ち上げる方法を考える。(実験) ・班で実験した方法を、ホワイトボードにまとめて発表する。 ・<u>支点、力点、作用点の名前と場所を共通理解する。(ウ)</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・お米とペットボトルをつり合わせるためには、どうすればいいかな？(工作的発問) ・各班でつり合わせるための方法を追究。
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・ジュースの栓を開けたときの<u>支点、力点、作用点はどこにあったかな？(ウ)</u> ・ジュースの栓を開けたときの<u>支点、力点、作用点についてプリントを使って共通理解する。(ウ)</u> ・栓抜きについても、<u>てこがどのように使われているか共通理解する。(ウ)</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・各班がわかったことを実験で示しながら発表する。 ・お米とペットボトルがつり合っている状態のペットボトルのジュースを飲んでしまっ、「どうすればつり合う？」とたずねる。
第2時 導入	<ul style="list-style-type: none"> ・先生の体重を量りたいんだよね。 ・先生の体重を量るためには、てこの規則性を調べないといけません。 ・てこはどんなときにつり合うのでしょうか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・規則性を見つけるときには、「近い」とか「遠い」ではなくて、具体的な長さや重さで考えるといいんだよ。 ・重さが異なるものがつり合うときには、どんな決まりがあるのかな？
展開	<ul style="list-style-type: none"> ・てこ実験器を紹介して、<u>実験方法と使い方を説明する。(ア)</u> A: 5 gと10 gのおもりをつり合わせる 7 gと14 gのおもりをつり合わせる B: 5 gと15 gのおもりをつり合わせる 6 gと18 gのおもりをつり合わせる C: 10 gと15 gのおもりをつり合わせる 8 gと12 gのおもりをつり合わせる D: 5 gと6 gのおもりをつり合わせる 10 gと12 gのおもりをつり合わせる (イ) ・各班で実験をやりデータを集める。 ・集めたデータから、てこの規則性を考える。 ・つり合いの規則性をまとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・てこ実験器を紹介する。 ・各班で実験道具を選択(てこ実験器か長い棒)して追究活動をする。 ・規則性についてわかったことを数班が発表する。
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・つり合いの規則性を使って先生の体重を調べる方法を考えよう。 ・自分たち班が考えた「先生の体重を調べる方法」を発表する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・日常のてことして、栓抜きを紹介する。

2.3 授業案の比較と分析

授業者は、探究的な活動を通しててこの規則性を学ばせるといふ、同じ理科教育観に基づいて授業案を作成した。しかし、できあがった2つの授業案には大きな違いがある。それは、特に展開の部分で顕著である。

1) 授業案の差異

○第1時

一次案では、第1時はつり合いではなく、てこによる力の増幅作用を対象とした学習内容となっている。導入で印象的なてこの例を見せ、展開の中で発問、実験、発表、用語の説明が行われてい

る。概略では省略したが、用語の説明の前に教師による実験の解説が行われる。授業のまとめでは、説明した用語によって導入で見せた例を解釈させ、用語の定着を図っている。この部分には、教師による指導の内容が細かく記載されている。

これに対し、二次案の第1時の展開は、発問と実験だけのシンプルなものである。実験についての児童の発表は、展開ではなく授業のまとめに置かれている。このことは、教師による実験結果の解説とまとめが重視されていないことを示している。むしろ、さらなる状況を提示してどうすればつり合うかを尋ねることで、児童が実験を通して理解したものを確認する場面として位置づけられている。

○第2時

一次案では、新たな実験装置としててこ実験器を紹介し、その使い方を説明した上で、これだけを用いて児童に実験を行わせている。この時、実験条件に関する細かな条件を指示している。

これに対し二次案では、てこ実験器を紹介するものの、その使い方は説明せず、第1時で用いた長い棒の使用も禁じていない。

このように2つの授業案を比較したとき、一次案は教師の発問や指示など、教師の行動の記述が多い。このため、一次案の授業展開は、二次案と比べて児童の学習活動の結果にあまり依存しないものとなっている。

2) 差異の原因

一次案の方が授業者の指示や説明が多く、その内容も細かい。このような差異が生じた原因を明らかにするため、表2に示した一次案の下線部(ア)～(ウ)について授業者にインタビューを行った結果、以下の結果が得られた。

(ア) 第2時において実験道具をてこ実験器に限定していることについて：てこの規則性について調べるためには、おもりの質量と支点からの距離を知る必要がある。てこ実験器であれば意図した実験ができる。しかし、長い棒を使った実験では、支点が中心からずれている場合に棒の重さを考慮する必要があり、規則性を見いだすことはできないだろう。

(イ) 第2時の実験で、おもりの質量を指定して実験をさせていることについて：おもりを適当に置いたり、複数のおもりを同時に置いたりすると、条件が複雑になり、てこの規則性を見いだすことが難しくなるだろう。

これらの反応の背景には、①「子どもが探究的な学びをするためには、子どもが思考しやすく実験が成功しやすい状態が必要である」という考えがある。実験を児童にまかせてしまうと、このような状態を得ることができず、失敗してしまうという懸念から、実験装置の制限や実験条件の細かな指示が行われていることがわかる。

(ウ) 第1時において、支点・力点・作用点という用語を教えることについて：第2時でこの規則性を調べる活動を行うときには、おもりの重さと支点からの距離を明確に意識する必要がある。これを確実に行わせるために、支点・力点・作用点を教えておかなければならない。

この反応の背景には、②「子どもが探究的な活動をするためには、思考をするための基礎となる科学的な概念を教えなければならない」という考えがある。この場合も、探究を児童にまかせてしまうと必要な情報に着目することができず失敗してしまうという懸念から、ワークシートまで用いて定着を図っている。

一方、工作的発問を活用した授業案では、学習者の探究活動を誘発するという狙いから、①にあるように実験道具や実験方法を限定していない。また、工作的発問によっててこの規則性の要因に気づきやすくなっていると考え、②のように支点・力点・作用点についても教えないで学習活動を行っている。

このように、探究活動を意図した2つの授業案を比較することにより、通常の授業づくりにおいて授業者が子どもの探究活動に対して様々な懸念を持っており、それに対する先回りの配慮が詳細な指示や説明となり、結果として自由な探究活動を制約していることが示された。これにより、本研究の第一の課題である教師の信念と授業実践の不整合に関しては、教師の理科教育観が授業実践に反映されない事例を得ることができた。第二の課題である信念の影響を妨げる原因に関しては、計画した授業展開の実現可能性に対する懸念を挙げることができる。いったんは理科教育観に基づいて授業展開を計画したとしても、それが失敗する可能性を検討し、予想される失敗を回避するための手段を用意することで、結果的に理科教育観と一致しない授業計画になってしまう。

授業案が理科教育観を十分に反映していないという点は、Lederman(1999)の主張に近い。ただし、それはLedermanの主張するような目標を実

現する教育技術の問題ではなく、授業を実施した際に予想される失敗を回避するために修整が加えられるためである。今回の二次案のように、工作的発問のような技術を教えることでそれを回避できる可能性はある。しかし、そのためには授業展開に対する懸念が実際に払拭される必要がある。

3. 研究授業による懸念の解消

前節では、二次案との対比によって一次案が持つ課題の分析を行った。しかしこれを逆から見れば、工作的発問の導入によって、児童の自由な探究活動を重視するという理科教育観により合致した二次案が作成されたと言える。ただし、それは2人の教師の恒常的な変化によるものというよりは、あくまでも工作的発問の趣旨に従った一時的なものだと考えられる。それでは、このようなきっかけが、教師の信念変容の機会となっていくためには、どのような経験が必要なのだろうか。

ここでは、本研究の第三の課題である教育経験からの教師の学びの可能性を、実際に授業を行った結果から確認する。具体的には、工作的発問を用いた授業における児童の行動を観察することで、一次案の(ア)～(ウ)の背景にあった様々な懸念が杞憂であると理解したことを示す。

3.1 研究授業の概要

導入時には、3m60cmの棒の両端にペットボトル(500mL)とお米(10kg)を吊り下げ、つり合わないことを示した。そこで、「お米とペットボトルを、つり合わせるためには、どうすればいいだろうか。」という工作的発問をした。その後、4人ずつ8班に分かれて10kgの砂袋とペットボトル、3m60cmの棒を使って重さが違うものをつり合わせる方法を追究した。班での実験は様々であった。ペットボトルの数や置く位置なども、各班が自分たちで考えて実験を行った。第1時の最後に、各班が追究結果について実物を使って発表した。第2時は「つり合うときには、どんな規則性があるのか。」について追究を行った。実験道具としててこ実験器を追加した。子どもたちは、長い棒やてこ実験器を自由に使い、つり合いの規則性について追究した。最後に追究結果を発表し合い、学級全体でつり合いの規則性について確認した。

ここで、二次案にそって授業が展開したことを、教師の発話量で示しておく。工作的発問を活用した授業案の特徴は、教師の指示が少ないことであ

った。研究授業において、実験に入るまでの教師の発話時間は表3の通りである。

工作的発問を用いることにより、実験方法の指示は全く行っていないことがわかる。また、第2時の発問は工作的発問ではないにもかかわらず、第1時での発問の効果があるため、実験方法の指示をすることなく実験を開始している。工作的発問の効果により、二次案通り教師の指示を減らし、子どもの自由な探究を保証している。

表3 実験開始までの教師の発話時間

内容	第1時	第2時
教師の劇	5分50秒	0秒
発問	30秒	1分12秒
安全、場所、時間の指示	2分20秒	2分45秒
実験方法の指示	0秒	0秒
合計	8分40秒	3分57秒

3.2 2つの実験装置の利用

2.3の(ア)に示したように、実験で規則性を発見させるために、一次案では長い棒での実験を避けていた。しかし、表4に示す第1時における1班の様子はこの配慮が不要であることを示している。

表4 1班観察記録の抜粋

C1: 4人で棒に10kgの砂袋とペットボトル1本をつり合わせようとする。
 C2: 砂袋とペットボトル1本がつり合う。
 C3: 簡単。
 C4: 0本だったらどうかな？
 C5: 10kgの砂袋とペットボトル0本をつり合わせようとする。
 C6: 砂袋とペットボトル0本がつり合う。
 C7: 何でつり合うの？
 C8: 木の重さがあるからだよ。

長い棒で実験する場合、棒の中心を支点としないと、棒自体の重さがつり合いに影響する。一次案では、これを子どもに気づかせるのは困難であると判断し、てこ実験器のみを使わせることにした。しかし、表4に示したように、子どもたちは長い棒の支点を動かして砂袋をつり合わせ、その原因が棒の重さにあることを理解している。

また、てこ実験器で確認した規則性を、長い棒とペットボトルを使った実験で確かめようとする班も現れた。表5にそれを示す。

表5 2班観察記録の抜粋

C1:「つり合ったね。おれっち、これ(てこ実験器)でやってるからわかるよね。」
 C2:「穴の間隔、同じだね。」
 C3:「木じゃ分かんないよ。目盛りがないもん。」
 C4:「目盛り書けばいいじゃない。」
 C5:「そうか。じゃあ、木でやってみよう。」
 C6:「線ひくか。」
 C7:「棒に合わせて紐を伸ばし、端から0、1、2と目盛りを書いていく。目盛りを数える。」
 C8:「36だから、36割る2で18。中心は18だよ。」
 C9:「18の所を支点にして、棒を置く。」

てこ実験器でわかった規則性を一般化するためには、もともと天秤ではない木の棒に目盛りを書き、おもり(ペットボトル)の数を考え、自分たちで長い棒を使った天秤を作らなければならない。ここでは、自分たちの発見した理論を証明するための活発な学習活動が行われている。

2班はてこ実験器で規則性を発見してから長い棒に移ったが、長い棒からてこ実験器に移行したり、2つを並行して利用する班もあり、実験装置をてこ実験器に限定する必要はなかった。

3.3. 複雑な条件での探究活動

2.3の(イ)に示したように、一次案では、子どもに規則性を発見させるために、教師が単純な状況を与えていた。しかし、以下の観察事実はこの指示が不要であることを示している。

第2時においててこ実験器を使った7班の追究では、偶然の発見から追究を深める場面がある。

表6 7班観察記録の抜粋

C1: 適当に実験をやっている。
 C2:「何をやりたいのかはっきりしようよ」
 C3: 支点から左右1目盛りの所におもりを置く。
 C4: 支点から左右6目盛りの所におもりを置く。
 C5: 左側の6, 5, 4, 3目盛りにおもりを一個ずつ置く。右側の6目盛りに3個置く。
 C6:「つり合ったぞ。」
 C7: 左側と右側の6目盛りからおもりを1個ずつとる。「左右から、6はずしたぞ。」
 C8:「同じ量が減ったぞ。」

C9:「何でつり合うんだ。」
 C10:「距離かもしれない。」
 C11:「数かもしれない。」

C5では適当におもりをおいてつり合わせており、一次案で避けようとした事態である。しかし、7班はC5の状態からおもりを取ったC7の状態でもつり合っているという偶然の発見から、距離とおもりの数という要因に注目して、統制された追究へと進んでいく。

表7 7班観察記録の抜粋

C12:「何倍になっているか基準を見つけよう。」
 C13: 左側の6目盛りに1個、右側の2目盛りに3個おもりを置く。
 C14: 左側の6目盛りに1個、右側の1目盛りに6個おもりを置く。
 C15:「つり合った。」
 C16: 左側の4目盛りに1個、右側の1目盛りに4個おもりを置く。
 C17:「おーおー、つり合った。わかったぞ。」

おもりの数と支点からの距離に一定の規則性があると見通しをもち、確認するための実験を自分たちで考えて実施している。

3.4 探究活動を支える概念の生成

さらに、長い棒とペットボトルの実験装置を自由に使わせたことで、別の発見もあった。

2.3の(ウ)に示したように、一次案では子どもたちに規則性を発見させるために、支点・力点・作用点という用語を教えていた。しかし、以下の観察事実はこれが不要であることを示している。

表8 2班観察記録の抜粋

C15: ここ(中心の18)が0だから。
 C16: これで何が分かったの?何も分かんないじゃん。
 C17: 5kg2個分だから、10kgでしょう。5kgでしょう。10kgだから、÷2。
 C18: 5kgで10kgだから、長さが÷2。
 C19: 重さと長さの関係とかじゃないの?
 C20: その場合は、数字を同じにすればいい。ここ(中心)を0とすると、9で向こうが18。0と考えると18でしょう。
 C21: ここを基準にすればいいんだ。

C22: 棒の18 (中心) のところの線を長くする。

C23: もしサイダーが30だったら、 $\div 2$ して、おもりが15。

てこ実験器では実験しやすいように0が中心にあるが、2班は長い棒に目盛りを書くときに棒の端を0として目盛りを書いている(表5、C7)。このため、2班は追究の中で中心がどこにあるのかを考えなければならなくなった。C22にあるように、「18の目盛り」を中心として考え、つりあいの規則性を自分たちが作った実験器具で確認している。今回の授業では、子どもが実験しやすいようには実験器具が準備されていない。だからこそ、2班はてこの支点(2班は中心と表現している)という要因に気づくことができている。2班は自分たちの活動を通して支点という概念を創っていると思えることができる。

工作的発問の効果について、授業者は授業前には不安を感じていた。しかし、この研究授業における学習活動の観察を通じて、工作的発問の効果を理解すると同時に、これまで主体的な探究活動を目標としながらも指示の多い授業を行っていたことに對し、その背景にある様々な懸念が杞憂であったことを知ることができた。授業を観察したどの院生も、異口同音に同じ感想を述べていた。

4. 考察

教師の信念と授業実践との関係については、「科学教育に関する教師の信念は、授業実践には十分に反映されないこと」が再確認され、

- ・授業案作成の過程で授業展開に対する懸念に予め対処することにより、科学教育に関する教師の信念は授業実践に反映しなくなる
- ・授業実践によって、この懸念が杞憂であることを知ることにより、科学教育観に合致した授業実践を行える可能性があること

が新たに確認された。工作的発問については、

- ・実験方法を指示しなくても、目的をもった実験が成立すること
- ・実験後に丁寧に説明をしなくても、知識を身につけていること
- ・活発な探究活動が誘発され、教師の想像を超えるレベルまで学習が到達すること

が確認された。

謝辞

富士中央小の鈴木紀久子校長先生、中丸敦子研修主任には、様々な御配慮を頂きました。また先生方にも、授業観察、授業分析、アンケートに御協力して頂きました。ここに深く感謝いたします。

参考文献

- Cross, D.I. (2009). Alignment, cohesion, and change: Examining mathematics teachers' belief structures and their influence on instructional practices. *Journal of Mathematical Teacher Education*, 12(5), 325-346.
- 細谷 純 (2001). 『教科学習の心理学』東北大学出版.
- 伏見陽児・麻柄啓一著 (1993). 『授業づくりの心理学』, 国土社.
- 伏見陽児 (2008). 『続々教育学部教師の講義日記』, 星の環会.
- Jones, M.G. & Carter, G. (2007). Science teacher attitudes and beliefs. In S. K. Abell & N.G. Lederman(Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 1067-1104), Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- 1104). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates
- 紺野高裕・吉野巖 (2005). 教師課題提示型学習と問題解決型学習における素朴概念変容効果および学習過程の比較. 日本教育心理学会第47回総会発表論文集.
- Lederman, N.G. (1999). Teachers' Understanding of the Nature of Science and Classroom Practice: Factors That Facilitate or Impede the Relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- 文部科学省 (2008). 『小学校学習指導要領解説理科編』.
- Raymond, A.M. (1997). Inconsistency between a Beginning Elementary School Teacher's Mathematics Beliefs and Teaching Practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(5), 550-576.
- 坂本篤史 (2007). 現職教師は授業経験から如何に学ぶか. 教育心理学研究, 55, 584-596.
- 高木徹・麻柄啓一 (1985). 「幼児の法則学習における工作的発問の効果」. 千葉大学教育学部研究紀要, 34, 81-88.