

理科授業の構想にかかわる教師志望学生の知識

— 「もののかさと温度」に関する単元構成を事例として—

山崎 敬人

(2001年9月28日受理)

Prospective Teachers' Knowledge in Planning of Science Teaching: A Case Study on Planning the Unit about "the Volume and the Temperature of Matters"

YAMASAKI Takahito

The purpose of this study was to investigate prospective teachers' knowledge in a case of planning science teaching of the unit "the volume and the temperature of matters". As the results ten viewpoints of their knowledge were extracted, such as the difference of the amount of the volume change of the three matters (air, water and metal), the possibility to perceive the volume change by using one's own senses, the learner's way of thinking, the learner's emotion, familiarity of the matters with learner's life experiences, the ways to experiment and observe on the volume change, and so on.

Out of these viewpoints, on one hand, the difference of the amount of the volume change, the possibility to perceive the change by using one's own senses and the possibility to understand the change were considered by many prospective teachers in planning the science teaching. On the other hand, the learner's emotion and the learner's way of thinking were considered by not so many. This result was considered to represent a characteristic of the prospective teachers who had no experience of teaching science at school. In addition, it was implied that there were some relations between the number and the type of viewpoints considered by the prospective teachers and their plans of the unit.

Key Words : Planning of Science Teaching, Prospective Teachers' Knowledge

キーワード : 理科授業の構想, 教師志望学生の知識

1. はじめに

理科授業の構想と実践に際して教師はどのような知識を活用し、どのような思考をはたらかせているのだろうか。近年、授業に関する教師の知識や思考への関心が高まってきている¹⁾。授業に関する教師の知識や思考は、授業の構想や実践に関する問題を考察するうえできわめて重要な位置を占めており、理科授業についてみてもその本質的な問題の把握と解明に迫る一つの視角となると考えられる。

このような関心事をめぐる研究は、それが理科授業に日々実践的にかかわっている現職教師だけでなく、教師志望学生を対象としてなされた場合にも、重要な

示唆を得るものとなるのではないだろうか。確かに、理科授業の実践者としての経験の豊富さについて両者の間に大きな相違があることは、改めて指摘するまでもないだろう。しかし、教師志望学生にはかつて学習者として理科をはじめとする教科の授業に参加してきた豊富な経験があり、彼らは理科と深い関係を持つ学問分野である科学に関わる様々な情報や経験なども得てきている。そして、彼らがたとえ意図しなくても、そのような経験や情報などを通じて理科の授業観や学習観、教材観、科学観、子ども観などを彼らなりに構成してきており、それが彼らの理科授業の構想と実践に関する知識や思考に影響を及ぼしていることが十分予想されるからである。

ところで、授業の構想と実践に関わる教師の知識には、例えば、学習者の興味・関心といった学習者の特性に関する知識、学習者への発問の方法に関する知識、教科内容や教材に関する専門的な知識、教材の解釈とその指導法に関する知識など、多種多様なものがあると考えられる。刻一刻と変化し展開する授業の状況と課題を把握して授業構成を臨機応変に修正・立案することにかかわるような、いわば動的な性格を持つ知識も、授業の構想と実践に関する重要な知識である。そして、このような知識を教科との関わりの方に注目すれば、特定の教科の内容や教材の特性と深く関連したものと、教科によらない授業全般に関連したものとに大別することができだろう。その場合、前者は「授業を想定して構成された教育内容の知識 (pedagogical content knowledge)」²⁾の概念と関連の深いものになると考えられる。本研究は、理科授業の構想にかかわる教師志望学生の知識を対象とするものであり、この「授業を想定して構成された教育内容の知識」の概念を視野に入れたものである。

理科教育研究の立場から教師志望学生あるいは現職教師を対象とした研究は、すでに幾つか報告されている。しかし、それらの関心事は、教師志望学生の理科学習指導に関する不安要因³⁾、理科授業で教師が活用する知識⁴⁾、教師志望学生の科学観と理科学習指導法の選択⁵⁾、教師志望学生の観察能力⁶⁾、小学校教師の理科学習指導の資質⁷⁾、教師の科学観と子ども観⁸⁾、教師の理科授業観⁹⁾といったように多様である。

これらのうち、理科授業に関する教師の知識に焦点をあて、「授業を想定して構成された教育内容の知識」の概念を視野に入れた研究としては、八木・吉崎¹⁰⁾によるものがあげられる。ここでは、高等学校の理科のベテラン教師と若手教師を対象としたインタビューや授業分析を通して、ベテラン教師と若手教師の間には「教材内容についての知識」、「教授方法についての知識」、「生徒についての知識」といったそれぞれの知識領域の量的・質的な相違が存在するだけでなく、これらが相互に複合した知識領域においても質的な相違が存在することなど、教師の知識の成長について興味深い指摘がなされている。しかしながら、理科授業に関する教師の知識に焦点を当てた研究は今までのところわずかであり、例えば教師教育のあり方や教師の生涯的な成長について検討していくためには、教師を志望する学生を対象として、理科授業の構想や実践に関する知識の様態を教師養成の段階から把握することなど、取り組まれるべき課題が多く残されている。

そこで、本研究では、ある単元の理科授業を構想する際に教師志望学生が適用しようとする視点に注目し、

それを手がかりとして理科授業の構想にかかわる彼らの知識の様態を事例的に探るとともに、理科授業の構想に関する力量形成を目指した教師養成のあり方について検討することを目的とした。

II. 研究の方法

ある単元の理科授業を構想する場合、その単元の全体計画の立案と各時間の具体的な授業計画の立案とは、それぞれが独立したものではなく、相互に関連しあって進められるものである。本研究で対象とした単元は、小学校第4学年B区分の単元である「もののかさと温度」である。「小学校指導書理科編」によれば、この単元では、物の温度によってその体積が変化することを、金属、水、空気の3種類の物質について学習することが求められている¹¹⁾。

そこで、教師志望学生を対象として、「もののかさと温度」の単元構成に際し、金属、水、空気という3種類の物質に関する授業をどのような順序で行うか、また、そのように考えた理由は何かを自由記述により回答させた。この問題は、主に単元の全体計画の立案に焦点を当てたものではあるが、当然のことながらその回答に際しては個々の授業の具体的な計画についての考慮が必要とされ、理科授業の構想にかかわる彼らの知識が活用されることになると考えられる。ただし、ここで教師志望学生が活用する知識は、刻一刻と変化する授業過程における動的、あるいは即興的な性質のものではなく、授業構想の時点での静的、ないしは初期的な性質のものであることに留意しておかなければならない。

調査対象は、小学校理科に関する教科教育法の必修科目¹²⁾を履修していた教員養成学部学生176人であった。

問題の回答に際し、調査対象の学生には、「小学校指導書理科編」に示されている当該単元に関する解説を参照させた¹³⁾。また、「ものの温まり方」の単元の授業を「金属の温まり方→水の温まり方→空気の温まり方」の順で行った後に、「もののかさと温度」の単元の授業を行うと仮定することを説明した¹⁴⁾。その上で、「水の温まり方」に関する授業の指導案(素案)を作成させるとともに、「もののかさと温度」の授業の単元構成とその構成を考えた理由を回答させた。

調査時期は1998年11月であり、148人の回答を有効回答とした¹⁵⁾。そして、これら148人の回答をもとに、「もののかさと温度」の単元構成に関する回答とその構成を考えた理由に関する記述を分析した。

III. 結果及び考察

1. 単元構成における金属、水、空気の取り扱いの順序

「もののかさと温度」の単元構成における金属、水、空気の取り扱いの順序として、組み合わせの上では6通りが考えられる。それらの単元構成についての回答結果を集計したところ、表1のようになった。

表1 単元構成についての回答

単元構成	人数	割合 (%)
A. 金属—水—空気	44	30
B. 金属—空気—水	2	1
C. 水—金属—空気	11	7
D. 水—空気—金属	27	18
E. 空気—金属—水	0	0
F. 空気—水—金属	64	43

表1からわかるように、教師志望学生はEを除く5種類の順序を回答していた。回答人数が最も多かったのはFで64人(43%)であった。5社の小学校理科の教科書を調査したところ、いずれの教科書でも基本的にはFの順序が採用されていた¹⁶⁾。

また、回答人数の多かった上位3つは、F、A、Dであった。これら3つの単元構成は、空気、金属、水のうちどれを最初に取り扱うかという点で異なっているが、これらの回答人数を合計すると135人となり、全体の91%を占めていた。

2. 単元構成に際して考慮された視点

金属、水、空気に関する単元構成を決定した理由として回答されていた内容は様々であったが、回答で考慮されていた要点に注目して整理した結果、以下に示す10種類の視点を抽出できた。これら10種類の視点到該当しない回答内容もあったが、ほとんどの回答内容はこれら10種類の視点到整理することができた。表2にこれらの視点とその回答例を示す。

まず、視点①は、温度による金属、水、空気の体積変化の大小関係に関するものであり、この単元の授業において学習者に習得させる科学的知識・理解の内容に関連するものである。

視点②は、学習者が視覚などの感覚により物質そのものを把握できるかどうかといった、事物の感覚的な把握に焦点を当てたものである。

視点③は、学習者が視覚などの感覚により物質の体積変化を把握できるかどうかといった、体積変化という現象の感覚的な把握に焦点を当てたものである。

視点④は、物質の体積が温度により変化するという

学習内容に関する学習者の理解に焦点を当てたものである。

視点⑤は、物質の体積が変化するかどうか、また、どのように変化するかに関する学習者の予想のしやすさといった、授業の進行・展開に伴う学習者の思考に焦点を当てたものである。

視点⑥は、学習者にとっての、物質そのものに関する生活経験での身近さやなじみ深さに焦点を当てたものである。

視点⑦は、学習者にとっての、温度による物質の体積変化に関する生活経験上の身近さやなじみ深さに焦点を当てたものである。

視点⑧は、物質の体積変化に関する学習者の興味や関心、あるいは、その変化の事実を知ることによる驚きの有無や大小といったような、学習者の情意面に焦点を当てたものである。

視点⑨は、実験・観察の方法や手順としてどのようなものがあるか、どのような工夫が必要か、あるいは実験の安全上の問題や方法の容易さなど、物質の体積変化に関する実験・観察の方法面に焦点を当てたものである。

最後に、視点⑩は「もののかさと温度」の単元の前に実施すると仮定した、「ものの温まり方」の単元の授業や学習との関連に焦点を当てたものである。

ところで、表2の回答例からうかがえるように、たとえ同じ視点に整理された回答の記述であっても、その記述内容には異なる解釈や評価が示されている場合があった。例えば、空気、水、金属という物質と子どもの生活経験との関係に焦点を当てた視点⑥の回答例をみると、そこでは子どもにとっての水と空気の馴染み深さや身近さに関する判断や評価が、回答者によって異なっていることがわかる。このような相違は、教材や子どもの実態などに関する教師志望学生の知識・理解や解釈などの相違を反映しているのではないかと、さらにその相違には彼ら自身の経験に基づく認識の相違が関係しているのではないかと考えられる。

また、学習者の情意面に焦点を当てた視点⑧の2つの回答例をみると、一方は「体積変化を子どもの心に印象づける」ことに注目しているのに対して、他方は「体積変化に対する子どもの驚きを最後まで持続させる」ことに注目していることがわかる。このことから、この視点⑧は、学習者である子どもを中心に位置づけながらも、学習者にとっての教材や授業方法の意味や効果などに関する解釈や評価と深く関連したものであると言えるだろう。

さらに、表2に示した回答例は、できるだけ1つの視点に絞ってその記述箇所を回答全文から抜粋したも

表2 視点の種類と回答例

視点	回答例
視点①：物質の体積変化の大小関係	<ul style="list-style-type: none"> 水、空気、金属では、温度変化による体積変化の割合を比べると、空気が最も大きく、次に水が大きく、金属の変化はわずかである。(F) 体積変化の違いを比べてみても、金属→水→空気の順に変化が大きくなっており、児童も学習しやすいのではないだろうか。(A)
視点②：視覚などの感覚による物質の把握	<ul style="list-style-type: none"> 金属などの固体は、形があるので触ることもできるし、もちろんみることもできる。(A) 水は空気よりも体積変化は小さいが目に見えるためわずかな変化でも認識しやすい。(F)
視点③：視覚などの感覚による物質の体積変化の把握	<ul style="list-style-type: none"> 金属は、この中で唯一視覚的に体積の変化をとらえることができるものであるから、温度変化により体積が変化することを理解しやすいと思われる。(A) 変化が大きいほど視覚的に捉えることができ、興味・関心をもたせやすくなるから、変化の大きい空気、水、金属の順序で行う。(F)
視点④：物質の体積変化についての理解	<ul style="list-style-type: none"> 3つの物質の中で体積の変化を理解するのが一番難しいと思われるのが空気であり、難しいものは後で取り扱う。(A) 水、空気は温度による体積の変化が目に見えるくらい大きく、児童が理解しやすいと思ったから。(D)
視点⑤：物質の体積変化についての予想や思考	<ul style="list-style-type: none"> 温度と体積の変化を水の場合で理解していれば、次に変化が小さくてわかりにくい金属について取り扱っても、結果が予想されて理解しやすいのではないかと思う。(F) 空気、水、両方とも温度による体積変化があるとわかれば、金属にもそのような変化があるかも知れないと子どもたちは予測するだろうから、一番変化の少ない金属の場合でも、実験を通して体積変化することを、より実感できると思う。(F)
視点⑥：物質と生活経験との関係	<ul style="list-style-type: none"> 水が一番なじみがあって、扱いやすいし、変化がわかりやすい。(D) 空気が一番身近なものであるため、親しみやすいと思われる。(F)
視点⑦：物質の体積変化と生活経験との関係	<ul style="list-style-type: none"> 水の体積変化は日常的によく見られるうえ、この単元の中心になるので、しっかり比較してじっくり考える。(A) 金属は空気や水に比べて体積の変化が見えにくい。しかし、身近(鉄道のレールや端の支えなど)に金属が温度によって伸び縮みすることが使われていることに注目させる。(F)
視点⑧：物質の体積変化に関する学習者の興味・関心や驚き	<ul style="list-style-type: none"> 空気を最初に扱うことで、物質は体積が変化するというを最も深く子どもの心に印象づけることができるのではないかと思う。そうすると、次への意欲がわいてきそうな気がする。(F) 熱による体積変化は金属が最も小さく、水はそれに次ぎ、空気は最も大きい。取り扱う順に変化が大きくなれば、変化に対する子どもの驚きを最後まで持続させることができる。(A)
視点⑨：物質の体積変化に関する実験・観察の方法や手順	<ul style="list-style-type: none"> ビニール袋などに空気を入れて、湯につけたり、氷水につけたりすると変化は目に見えると思うので、2番目は変化の大きい空気を取り扱う。(D) 金属だけ実験が複雑で、教師の演示で行うと良いと思うので、先にそれを済ました方が良いと思うので。(A)
視点⑩：「ものの温まり方」についての授業との関連	<ul style="list-style-type: none"> 空気のあたたまり方と水のあたたまり方の共通点を学んでいる子どもたちに体積変化にも共通点があるという考え方に進展させ、水の体積変化と空気の体積変化を比較させる。(D) 前時において空気のあたたまり方について学習しているので、まず、空気の体積変化を扱う方が導入しやすいと思う。(F)

[注] 回答例は記述された回答の一部を抜粋したものであり、主に下線部の記述がその視点に該当すると判断した部分を示す。なお、回答例の末尾の()内に付した記号は、その回答者が回答していた単元構成の記号を示す。

のであるが、後述するように、単元構成に関する判断理由を1つの視点だけで回答した学生はわずかであり、①～⑩のうちの数種類の視点を考慮して回答した者がほとんどであった。そして、後者の回答では、ある視点が別の視点の根拠とされるなど、複数の視点が相互に関連しあいながら、単元構成の判断理由として記述されている場合が数多くみられた。

このことを踏まえると、本研究では理科授業の構想に際して活用される知識を上述の10種類に整理しているが、一つの視点が他の視点と相互に関連しあって考慮されていたり、一つの視点の中でも子ども、教材、授業方法などの複数の要素が考慮されている場合があるということに、十分留意しておかなければならない。さらに言えば、「授業を想定して構成された教育内容の知識」はこのように複数の視点や要素が相互に関連しあった性質を備えており、その相互の関連性の広さや深さは「授業を想定して構成された教育内容の知識」の質を評価する際の目安の一つとなるのではないかと考えられる。

3. 視点を考慮した人数

上述した①から⑩の視点が考慮されているかどうかを、一人一人の回答について検討し整理したところ、各視点を考慮した人数は表3のようになった。

表3 視点を考慮した人数

視点	回答人数	割合 (%)
視点①	108	73
視点②	34	23
視点③	92	62
視点④	67	45
視点⑤	17	11
視点⑥	24	16
視点⑦	14	9
視点⑧	34	23
視点⑨	49	33
視点⑩	11	7

表3に示されているように、最も多くの教師志望学生が考慮した視点は視点①であり、108人(73%)であった。そして次に多かったのが視点③で92人(62%)、その次が視点④で67人(45%)であった。一方、⑤、⑥、⑦、⑩といった視点を考慮した学生は、いずれも20%を下回っていた。

ところで、比較的多くの学生が、物質の体積変化の大小関係(視点①)や視覚などの感覚による物質の体積変化の把握(視点③)及び物質の体積変化についての理解(視点④)といった視点を考慮していた。これらの視点は、いずれも、この単元の科学的知識・理解の目標と直接関連するものである。そのため、多くの学生にとって、単元構成を構想する際にこれら3つの視点を考慮する必要性が高かったのではないかと考えられる。また、視点③を考慮した学生が多かったという結果は、多くの学生が理科授業では観察や実験などを通して自然の事象を直接的に体験することが重要であると考えていることを示しているのではないかとと思われる。

一方、授業過程での学習者の思考(視点⑤)を考慮した学生は少数であり、また、学習者の情意に関する視点⑧を考慮した学生もさほど多くなかった。これらの視点は、授業の構想や実践において重要な視点であるが、学習者の思考や情意の実態や変容についての深い理解を前提とするものであり、教師志望学生にとっては具体的に考慮することが困難なものであると思われる。熟練教師ではこれらの視点を考慮する者の割合が教師志望学生よりも高いのではないかと、また、考慮される内容の深まりや広がりも教師志望学生とは異なるのではないかと予想される。これらの点については、熟練教師を対象とした調査を別途実施し、検討する必要がある。

4. 単元構成と考慮された視点数

一人の教師志望学生が単元構成を考える際に考慮した視点の種類の数(「視点数」と呼ぶこととする)と単

表4 単元構成と考慮された視点数

単元構成	視点数別の人数								平均 視点数
	0個	1個	2個	3個	4個	5個	6個	7個	
A(金属-水-空気)	2	9	13	13	6	0	1	0	2.4
B(金属-空気-水)	0	0	0	0	1	1	0	0	4.5
C(水-金属-空気)	0	0	3	3	2	3	0	0	3.5
D(水-空気-金属)	0	1	6	6	9	5	0	0	3.4
F(空気-水-金属)	0	2	19	18	16	6	2	1	3.2
計	2	12	41	40	34	15	3	1	3.0

元構成を関係づけて整理すると、表4のようになった。

表4に示されているように、一人の学生が考慮した視点数は最少が0個¹⁷⁾、最大が7個であった。また、視点数が2個以上の学生は134人(91%)であり、ほとんどの学生は複数の視点を考慮していたと言える。さらに、一人当たりの平均視点数は3.0個であった。理科授業のねらいや目標の達成を意図しつつ、授業構想についてより実践的、多面的に検討することは、教師に求められる重要な力量の一つであると考えられる。その意味で、熟練教師ではこの値が教師志望学生に比べて高いのではないかと予想されるが、この点についても熟練教師を対象とした調査を踏まえて検討してみる必要があるだろう。

次に、回答者の多かった上位3つの単元構成であるA(金属→水→空気)とD(水→空気→金属)とF(空気→水→金属)についてみると、Aの回答者では視点数が1~4個の者が多くいたが、DやFの回答者では視点数が2~5個の者が多かった。また、考慮した視点数が6個であってもAを回答している学生がいたが、その一方で、視点数がわずか1個でもDやFを回答している学生もいた。平均視点数を求めると、Aの回答者が2.4個(標準偏差1.22)、Dが3.4個(同1.15)、そしてFが3.2個(同1.24)であった。分散分析の結果、単元構成の要因は有意であった($F(2, 132) = 8.68$, $p < .01$)。多重比較(FisherのPLSD法, $MSe = 1.49$, $p < .05$)によれば、 $A < D = F$ という大小関係が見いだされた。よって、分散分析および多重比較の結果に基づくと、A、D及びFの回答者については、Aを回答した学生よりもDあるいはFを回答した学生の方が、単元構成に際して考慮した視点数が多かったと言える。

このことから、例えば少数の視点を考慮しただけでAの単元構成を回答していた学生が、未考慮だった視点を加えて単元構成を再度検討した場合、単元構成をDやFへと変更するようになる可能性が考えられるだろう。つまり、どの単元構成を構想するかが、その検討に際して考慮する視点数により変化する場合があるのではないかと推察される。しかし、本研究では視点数は視点の種類と深く関係している。そこで、次に、単元構成と考慮された視点の種類との関連について検討した。

5. 単元構成と考慮された視点の種類

単元構成の回答と視点①~⑩を考慮した人数とを対応させて整理すると、表5のようになった。ここでは、表5に示した結果をもとに、単元構成と考慮された視点の種類との関係について、回答の多かった上位3つの単元構成であるA、D、Fに絞って検討することと

する。

まず視点①についてみると、Fの回答者の88%に相当する56人がこの視点を考慮していた。Dの回答者では78%に相当する21人、Aの回答者では55%に相当する24人であった。視点①の考慮の有無とA・D・Fの回答の関係について χ^2 検定を行った結果、人数の偏りには有意であった($\chi^2(2) = 15.19$, $p < .01$)。残差分析の結果、視点①を考慮した者では、Fの回答者の残差がプラスに有意であり、Aの回答者の残差がマイナスに有意であった。このことから、物質の体積変化の大小関係に関する視点①については、「空気→水→金属」という単元構成、つまり、体積変化の「大きい物質→小さい物質」という順序の回答者が、最も多く考慮していたと言える。

他の視点についても、同様に検討を行った¹⁸⁾。その結果、視点の考慮の有無とA・D・Fの回答の関係についての χ^2 検定で有意差が認められたのは、視点②、③、⑥、⑧、⑨の場合であった(視点②、③、⑧では $p < .01$ 、視点⑥では $p < .05$ 。ただし視点⑨では $.05 < p < .10$ で有意傾向)。また、これらの5つの視点について残差分析の結果を、視点①についての結果とあわせて整理すると、表6のようになった。なお、視点④と視点⑦については、有意差は認められなかった。

以上をもとに、単元構成の順序(A、D、F)と考慮された視点の種類との関連について、次のように指摘することができるだろう。

- ・A(金属→水→空気)の回答者では、D(水→空気→金属)やF(空気→水→金属)の回答者に比べて、視点②については考慮する者が多く、視点①、③、⑥、⑨については考慮しない者が多かった。
- ・Dの回答者では、AやFの回答者に比べて、視点③と視点⑥については考慮する者が多く、視点⑧については考慮しない者が多かった。
- ・Fの回答者では、AやDの回答者に比べて、視点①、⑧、⑨については考慮する者が多く、視点②については考慮しない者が多かった。

このことは、教師志望学生がどのような単元構成を構想したかは、構想に際して考慮された視点数だけでなく、考慮された視点の種類とも関係していることを示唆しているのではないだろうか。したがって、いくつかの視点については、そのうちのある視点が未考慮の場合、その視点を考慮に入れて単元構成を再度検討してみることににより、当初のものとは異なる単元構成を構想するようになる場合があるのではないかと考えられる。

このように、教師志望学生が単元構成に際してどのような視点を想起し考慮したかということが、彼らが

表5 単元構成と考慮された視点の種類

単元構成	視点を考慮した人数									
	視点①	視点②	視点③	視点④	視点⑤	視点⑥	視点⑦	視点⑧	視点⑨	視点⑩
A (金属→水→空気)	24	17	19	17	1	1	4	6	9	6
B (金属→空気→水)	2	1	2	2	0	1	0	0	1	0
C (水→金属→空気)	5	6	6	6	2	6	0	3	3	1
D (水→空気→金属)	21	7	21	14	5	7	5	1	10	1
F (空気→水→金属)	56	3	44	28	9	9	5	24	26	3

表6 単元構成 (A・D・F) と視点の考慮の有無についての残差分析の結果

視点	①物質の体積変化の大小関係		②視覚などの感覚による物質の把握		③視覚などの感覚による物質の体積変化の把握	
	あり	なし	あり	なし	あり	なし
A (金属→水→空気)	-3.773 **	3.773 **	3.764 **	-3.764 **	-3.173 **	3.173 **
D (水→空気→金属)	0.397	-0.397	0.861	-0.861	1.864 ↑	-1.864 ↑
F (空気→水→金属)	3.224 **	-3.224 **	-4.223 **	4.223 **	1.485	-1.485

視点	⑥物質と生活経験との関係		⑧物質の体積変化に関する学習者の興味・関心や驚き		⑨物質の体積変化に関する実験・観察の方法や手順	
	あり	なし	あり	なし	あり	なし
A (金属→水→空気)	-2.513 *	2.513 *	-1.792 ↑	1.792 ↑	-2.207 *	2.207 *
D (水→空気→金属)	2.335 *	-2.335 *	-2.660 **	2.660 **	0.456	-0.456
F (空気→水→金属)	0.489	-0.489	3.813 **	-3.813 **	1.706 ↑	-1.706 ↑

[注] 表中の **, *, ↑ は、それぞれ、 $p < .01$ 、 $p < .05$ 、 $p < .10$ を示す。

「もののかさと温度」に関する授業を構想する上で重要な意味をもっていたと考えるならば、実践を見通した授業構成を構想する上で重要な意味をもついくつかの視点を彼らに認識させるとともに、具体的な授業単元を事例として、その授業構成をそうした視点を意識的に考慮しながら構想し検討する機会を設定することは、理科授業の構想と実践にかかわる彼らの力量を育てていくための一つの手だてとなると思われる。

IV. おわりに

本研究では、「もののかさと温度」に関する理科授業を構想する際に教師志望学生が適用した視点を調査・分析し、理科授業の構想と実践にかかわる彼らの知識の様態を事例的に探った。その結果、温度による物質の体積変化の大小関係、物質そのものや物質の体積変化の感覚的な把握、学習者の思考、学習者の情意、物質そのものや物質の体積変化と学習者の生活経験との関係、物質の体積変化に関する実験・観察の方法など、この単元の授業構想に際して考慮されていた10種類の視点を抽出することができた。

これらの視点のうち、物質の体積変化の大小関係、視覚などの感覚による物質の体積変化の把握、及び物質の体積変化についての理解に関する視点が比較的多くの教師志望学生に考慮されていた一方で、授業過程

での学習者の思考面に関する視点を考慮した学生は少数であり、情意面に関する視点を考慮した学生もさほど多くはないという実態が明らかになった。これは、授業実践の経験のない時点での教師志望学生の特徴の一つを示しているのではないかと考えられる。しかしながら、学習者の思考や情意という視点は、いずれの教材内容に関する授業構想においても欠くことのできないものであると同時に、教材内容に即して具体的に検討することが求められるものでもある。したがって、教師養成においては、こうした視点の重要性を彼らに気づかせ、これらの視点を踏まえて授業構想を検討することのできる力量を育てていくことが必要である。

また、教師志望学生がどのような単元構成を構想するかは、その構想に際して考慮した視点の数や種類と関係しているのではないかとということが指摘された。このことから、理科授業の構想に要する力量を教師養成の過程で育てていくための一つの手だてが考えられる。それはすなわち、具体的な理科授業の単元構成を事例的に検討する機会を設定し、その際、教師志望学生が自分の考えた単元構成と考慮した視点について、他の学生の考えと比較させるなどして相対化してとらえさせるとともに、当初考えたときとは異なる視点から改めて単元構成を検討させるというものである。こうした検討を通して、教師志望学生に理科授業を構想するための多様な視点の存在とそれらの視点の重要性

に気づかせ、そうした視点を踏まえて理科授業を構想する力量を彼らが獲得していくための基礎を培うことができるのではないだろうか。もちろん、こうした場合でも、理科授業の構想を授業実践を通してまさに実践的に検討していく機会が不可欠であるのは言うまでもない、その意味で教師養成における教育実習は、教師志望学生の理科授業の構想に関する力量を育てていく上で重要な役割を担うことになる。

最後に、残された課題について述べておきたい。本研究では、上述してきたように、教師志望学生が理科授業の構想に際して考慮する10種類の視点を抽出し、単元構成とそれらの視点との関連などについて考察してきた。しかしながら、教師志望学生は、抽出されたそれぞれの視点のもとで、子ども(学習者)や教材、授業方法などを相互に関連づけながら理科授業の構想に関する多様な解釈や判断、評価を行っていることがうかがえた。したがって、このような解釈や判断、評価の内容をさらに吟味していくことにより、教師志望学生の理科の授業観や学習観、子ども観、教材観、科学観などをいっそう明らかにすることができるのではないかと、また、理科授業の構想に関する彼らの力量を育てていく際の重要な論点が見出されるのではないかと考えられる。これらについての検討は、今後の課題としたい。

【註及び文献】

- 1) 授業に関する教師の知識や思考を関心事とした議論は、例えば以下でなされている。
佐藤学, 岩川直樹, 秋田喜代美「教師の実践的思考様式に関する研究(1)」, 東京大学教育学部紀要, 第30巻, pp.177-198, 1990年
佐藤学, 秋田喜代美, 岩川直樹, 吉村敏之「教師の実践的思考様式に関する研究(2)」, 東京大学教育学部紀要, 第31巻, pp.183-200, 1991年
秋田喜代美「教師の知識と思考に関する研究動向」, 東京大学教育学部紀要, 第32巻, pp.221-232, 1992年
宮崎清孝「心理学は実践知をいかにして越えるか」, 佐伯胖他『心理学と教育実践の間で』, pp.57-101, 東京大学出版会, 1998年
Hewson, P.W., Tabachnick, B.R., Zeichner, K.M., Blomker, K., Meyer, H., Lemberger, J., Marion, R., Park, H., & Toolin, R. "Educating prospective teachers of biology: Introduction and research methods", Science Education, 83, pp.247-273, 1999

Meyer, H., Tabachnick, B.R., Hewson, P.W., Lemberger, J., Park, H. "Relationships between prospective elementary teachers' classroom practice and their conceptions of biology and of teaching science", Science Education, 83, pp.323-346, 1999

- 2) Shulman, L.S. "Knowledge and teaching: Foundation the new reform", Harvard Educational Review, 57 (1), pp.1-22, 1987
なお, pedagogical content knowledge についてはいくつかの訳語が示されているが, 本稿では, 次の文献で使用されているものを用いることとした。
佐藤学「教師の実践的思考の中の心理学」, 佐伯胖他『心理学と教育実践の間で』, p.30, 東京大学出版会, 1998年
- 3) 飯田真也, 碓寛, 丹治一義「教育学部学生の初等理科教育指導上の潜在不安要因の因子分析法による研究」, 日本理科教育学会研究紀要, Vol.26, No.2, pp.35-43, 1985年
- 4) 八木節夫, 吉崎静夫「高等学校理科授業における教師の知識に関する研究—ベテラン教師と若手教師との比較を通して—」, 科学教育研究, Vol.14, No.1, pp.26-32, 1990年
- 5) 戸田堅「理科教員志望大学生の保持する科学観と理科学習指導法の選択に関するその影響」, 日本理科教育学会研究紀要, Vol.33, No.1, pp.59-70, 1992年
- 6) 松森靖夫, 西山修「教員志望学生の観察能力に関する一考察—ろうそくの炎の構造について—」, 日本理科教育学会研究紀要, Vol.35, No.1, pp.31-36, 1994年
- 7) 平田昭雄, 福地昭輝, 下條隆嗣「小学校教師の理科学習指導に関する資質の実態」, 科学教育研究, Vol.19, No.1, pp.52-58, 1995年
- 8) 清水誠「教師の科学観, 子ども観と理科授業」, 日本科学教育学会年会論文集22, pp.185-186, 1998年
- 9) 清水誠, 帯津香織「教師の授業観と理科授業」, 日本科学教育学会年会論文集23, pp.315-316, 1999年
- 10) 八木節夫, 吉崎静夫, 前掲書4), pp.26-32
- 11) 文部省「小学校指導書理科編」, pp.48-49, 1989年, 教育出版
- 12) 当該科目は4セメスターで開設されており, 5セメスターと6セメスターで実施される教育実習の前に位置づけられていた。
- 13) 文部省, 前掲書11), pp.48-50。ここには, 例えば「金属, 水, 空気の熱による体積変化の違いを比べると, 金属は最も変化が小さく, 水はそれに次ぎ, 空気は最も変化が大きい」という体積変化の大小関

係が述べられているが、この関係についての知識は単元構成を考える上で重要なものの一つである。しかし、今回の調査の関心事は、教師志望学生がこのような知識そのものを記憶しているかどうかではなく、単元構成に際しどのような知識や思考を活用しているかであった。そのため、彼らに当該解説書を参照するよう指示しても支障ないと判断した。

14) 学校図書、教育出版、啓林館、大日本図書、東京書籍の5社の小学校理科の教科書(いずれも平成7年検定済のもの)を調査したところ、「ものの温まり方」に関する内容が「金属→水→空気」の順序で構成されているものが4社、金属と水を同時に扱いその後に空気を扱っているものが1社であった。また、「ものの温まり方」の単元の後に「もののかさと温度」の単元を位置づけている教科書は、5社のうち3社であった。なお、今回の調査では「ものの温まり方」の単元構成や、「もののかさと温度」の前後関係については一定の条件を与え、その条件のもとで教師志望学生が「もののかさと温度」の単元構成を考える際に活用する知識を探るために、このような指示を与えた。

15) 有効回答とした148人のなかには、教育実習に関する履修条件の関係で当該科目の単位を未修得のま

ま教育実習を終了していた学生7人が含まれていた。また、有効回答に含めなかった回答は、1人の回答を除き、「ものの温まり方」に関する授業での単元構成について回答したものであった。なお、この1人は「もののかさと温度」について2つの異なる単元構成を回答していた。本研究では単元構成についての回答と、その単元構成を決定した際に考慮された視点との関連などについて検討するために、複数の単元構成を回答したものは有効回答には含めないこととした。しかし、単元構成について多様な可能性を想定できることは、教師にとってはむしろ重要な力量の一つであるとも考えることもできる。

16) 調査対象とした教科書は、14)に記したものと同じである。

17) 表4で視点数が0個となっている学生が2人いるが、この2人は単元構成に関する判断理由を何も記述していなかったわけではない。10種類の視点に該当する内容が、2人の記述の中に認められなかったことを意味している。

18) ただし、視点⑤と⑩については χ^2 検定の使用上の制約にかかるため、 χ^2 検定による有意性の判定を行わなかった。