

## 2018 年度立命館附属校・提携校 理科授業研究会《技の習得》

附属校教育研究・研修センター

1月12日(土) 朱雀キャンパスにおいて、理科授業研究会《技の習得》を実施した。

講師に京都教育大学教授 谷口 和成先生を迎え、テーマを「主体的で深い学びを支える理科授業の構成 ～認知発達の見点から～」とし、新学習指導要領において認知発達に注目する意義とその具体的な授業方法についてお話しいただいた。また実際に模擬授業を体験・議論をした。

参加者7名(立命館中高2名、立命館宇治中高1名、立命館守山中高1名、立命館小学校1名、育英西中高1名、教職大学院生1名)で行われた。

### 【研修の概要】

#### 認知発達と学習意欲（動機づけ）について

現行(次期)の小学校学習指導要領理科では、学年が上がるにつれ「比較する」、「関係づける」、「条件を制御する」、「推測する(多面的に)」能力を育むことが目指される。たとえば「条件制御」は、科学的(論理的)推論を行う上で基盤となる重要な「考え方」であるが、2018年度の全国学力・学習状況調査の結果では、小中学生ともこの能力の活用に課題があることが指摘されており、授業改善が求められている。ここで、発達心理学者ピアジェによれば、論理的思考(操作)を行うには、「条件(変数)制御」の他にも「分類」「比・比例性」「蓋然性」「形式的(科学的)モデル」といった「考え方(推論パターン)」が必要であり、これらを問題解決に活用する能力は認知発達の状況に依存するとされる。しかし、中学1年生を対象とした認知発達段階を調査した結果、ほとんどの生徒が、それが可能な発達段階(形式的操作期)にないことが明らかになっている。これは、教師の発問に対して、解答を考える難しさではなく、そもそも質問が理解できないといった授業に臨む以前の難しさに直面している可能性を示唆している。また、その結果として、近年の別の課題である学習意欲の低下の要因となっている可能性もある。

その原因のひとつとして、教育現場(たとえば、理科の教科書)では、これらの「考え方」は教員側から「与えられる」傾向があり、「育む」という視点ではほとんど行われていない(認知発達の視点は考慮されていない)ことが挙げられる。その結果、子どもは「考え方」を「知識」として捉えてしまい、学習した文脈とは異なる場面における問題解決には活用できないという現在の状況も説明できる。しかしながら、日本において「考え方を育む」ことに視点をおいた授業研究は、ほとんど行われていない。

#### 認知発達を促す授業について

英国では、ピアジェの理論に従って、科学教育を通してこれらの「考え方」を育み、認知発達を促すことを目指した「CASE (Cognitive Acceleration through Science Education)」プログラムがあり、その結果として学力向上が達成されている。そこで研修では、CASEプログラムにおける「条件制御」の考え方を育む授業を模擬授業形式で紹介された。

CASEでは、なにより自然の事象において「変数」を捉えることが重視される。これは、ある事象において問題を見出し解決するには、第一にその事象に含まれる「変数」を見出す必要があるからである。したがって、導入の回から徹底して、「変数はなにか」というはたらきかけが様々な文脈において行われ、続いて、見出した変数を「入力変数」と「結果変数」に分類し、これらの変数間の「因果関係」を明らかにするためには、「変数(条件)を制御する」という考え方の必要性への気づきを促す授業が設定されている。

以上を前時までの内容として、模擬授業では「入力変数」として「長さ（3種類）」「太さ（3種類）」「材質（2種類）」の異なる8本のパイプのセットが用意され、パイプの断面を手のひらで叩いたときに出る音の高さ（結果の変数）は、どの入力変数に関係するかを調べることが求められた。ただし、自由に試すことは出来ず、必ずそのうちの2本を選んで比較すること、さらにその試行は4回までと制限されている。この制限により「変数制御」の考え方にに基づき実験を計画できる生徒とその考え方ができない（ランダムまたは主観的に2本を選ぶ）生徒のグループに分かれることを利用して、意図的に両者の間にその考え方に対する「認知的葛藤」を生じさせ、それを解決するための討論を促すことが目的である。決して課題に対する結果（この場合、パイプの長さのみが関係すること）を学ぶことが目的ではない。

したがって、授業者の役割は、どの生徒がどのような考え方をしているか、また、どのような議論をしているか等の認知段階の見取りである。そのためには、導入において、「具体的操作期」の生徒が課題に取り組めるように、できるだけ具体物を用いたり、過去の経験を呼び起こしたりなどの活動を組み込むことが大切である。また、展開においては、単に答えを求めるだけではなく、その理由を説明させることが重要であり、たとえ条件を制御した実験計画を立てた生徒がいても、その根拠を尋ねることによって、その生徒にとって「条件制御」は「知識」なのか「考え方」なのかが明らかになる。ただし、これらの活動の前提として、他人の考えを尊重し、自分の考えを言えるクラスの雰囲気作りが重要であり、この授業では「正しいことを言うことより、自分の考えを言えることを評価すること」を繰り返し発信続けることが大切である。

授業の最後には、必ず「メタ認知」を促すふり返し活動を行う。その際、この授業で「難しかった」ことを優先的に記述させたい。これは、「わかったこと」は真にわかっていなくても書けるが、難しかったことは、個人的に（自らの活動を）ふり返らなければ書けないからである。ただし、発達段階が低い生徒ほどメタ認知は難しいため、授業者は、その質的な変容を促すような支援を心がける必要がある。たとえば、具体的なふり返しやより高次の視点からふり返りができている生徒の記述をクラス全体で紹介すること、少しでもそのようなふり返りができた生徒を褒める（変容を認める）こと、などである。

以上のような認知発達を促すはたらきかけを通常の理科の授業の中で毎回行うことは、時数の制限により難しい。しかし、各学年の理科の単元のどこに、どの「考え方」を必要とする実験・観察があるかを事前に把握し、それにはたらきかける時間数を考慮した年間単元計画（カリキュラムマネジメント）を行っておくとよい。このような授業は、初めは時間がかかるかもしれないが、生徒の認知発達が促されるにつれて、授業者の説明が理解でき、友人との議論が深まるようになるため、後半になるにつれてそれにかかる時間が短縮され、結果として学習の理解度が増すだけでなく、学習意欲が向上するという効果も確認している。

（記録：立命館慶祥中学校・高等学校 松田淳二）

（編集：教育研究・研修センター 羽田 澄）